Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Die Silberfelchen des Laacher Sees.

Die Ausbildung einer neuen Coregonenform in einem Zeitraume von 40 Jahren.

Von

August Thienemann, Münster i. W.

(Aus der hydrobiologischen Abteilung der Landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Münster i. W.)

Mit Tafel 2—4 und 2 Abbildungen im Text.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 174
I. Der Einsatz von Coregonen in den Laacher See. 176
II. Beschreibung der Laacher-See-Felchen 181
III. Vergleich der Siberfelchen des Laacher Sees mit anderen Coregonen 190
IV. Über die Ursachen, die aus der Fera des Bodensees den Laacher-See-Coregonen werden ließen 200
V. Fang und Aufzucht der Silberfelchen des Laacher Sees . . 206
VI. Zusammenfassung der Hauptergebnisse 213
Anhang 216
Nachtrag 217

Einleitung.

In der Eifel, westlich von Andernach, liegt der Laacher See (Tafel 4 Fig. 15), das größte stehende Gewässer Westdeutschlands. Er hat eine Fläche von 331 ha und eine größte Tiefe von 53 m (Meereshöhe 275,5 m); der See stellt eine flache, kesselförmige Wanne von nicht ganz kreisrunder Gestalt dar, deren Boden auf weite Strecken hin fast eben ist. Rings umrandet den See ein Wall von Bergen, die sich bis zu einer Höhe von 400—500 m erheben.[1]) Einen natürlichen Abfluß besitzt der Laacher See nicht, jedoch ließ, „um das Kloster und die Kirche Maria-Laach vor Überschwemmungen, die früher häufig eintraten, dauernd zu schützen, das Kloster bereits unter seinem zweiten Abte Fulbert (1152—1184) einen Kanal legen, durch den dem See ein Abfluß nach Niedermendig geschaffen wurde; in den Jahren 1842—1844 wurde ein neuer, $18^1/_2$ Ruten tiefer gelegener Abzugsstollen hergestellt, durch den der Spiegel des Sees um cca 20 Fuß sank“ (Halbfass, p. 313).

Wie die Maare der Eifel, so ist auch der Laacher See, der von Wasser erfüllte Krater eines erloschenen Vulkans, ein geologisch recht junges Gebilde. Der letzte — Bimssand- — Ausbruch des Laacher Vulkans fiel „in die Übergangszeit von dem subarktischen Steppenklima des oberen Löß zu dem gemäßigten und feuchten Klima der Waldperiode“ [2]), also in die Zeit, in der im Ostseegebiete aus dem großen baltischen Eismeere, dem Yoldiameer, der Süßwassersee der Ancylusperiode wurde. Der Mensch der älteren Steinzeit war Zeuge jenes letzten Ausbruches des Eifelvulkans; und wie die menschlichen Niederlassungen von den glühenden Sanden bedeckt wurden, so wurde überhaupt alles Leben im Gebiete des Laacher Vulkans vernichtet. Ein organismenleeres, gleichsam sterilisiertes Land mußte völlig neu besiedelt werden. Als sich nun der alte Kratertrichter allmählich mit Wasser füllte und so zum See wurde, wanderten auch in diese neu entstandene Wasseransammlung Tiere und Pflanzen der verschiedensten Arten ein. Da aber der See völlig isoliert und abflußlos war, so war der eine Weg, auf dem sich sonst die Besiedelung stehender Gewässer zu vollziehen pflegt,

1) Vgl. Halbfass, Die noch mit Wasser gefüllten Maare der Eifel, in: Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. Westf., Jg. 53, 1896, p. 310—335.

2) Voigt, Wann sind die Strudelwurmarten Planaria alpina, Polycelis cornuta und Planaria gonocephala in die Quellbäche an den Vulkanen der Eifel eingewandert? in: Verh. bot.-zool. Ver. Rheinl. Westf., 1907, p. 72.

die durch das fließende Wasser gebildete Straße, hier verschlossen. Was von Wassertieren in den Laacher See gelangen wollte, das mußte über das Land, sei es aktiv wandern, sei es passiv verschleppt werden. Wasserinsecten flogen zum See und legten ihre Eier darin ab, Wasservögel besuchten ihn und brachten zugleich die Keime niederer Tiere und Pflanzen mit, der Wind wehte ebenso die Dauerzustände mancher Wasserorganismen herbei, und so erfüllte bald ein reiches Leben den Bergsee.

Schwieriger als für die niederen Tiere war es für die Fische, in den See zu kommen. Barsch- und Weißfischlaich mag vielleicht auch durch Wandervögel eingeschleppt sein, vielleicht auch der Hecht. Der Aal, der auf seinen Wanderungen auch die kleinsten Rinnsale benutzt, konnte möglicherweise durch den ersten künstlich gegrabenen Abflußstollen — der natürlich nur zeitweise Wasser führte — eindringen. Mit Sicherheit aber ist anzunehmen, daß wie anderorts so auch hier die Mönche ihren Klostersee mit Fischen besetzten; der Karpfen, wohl auch der Hecht, der Aal und der Flußkrebs werden sicher von den alten Benediktinern eingeführt worden sein. Urkundliche Nachrichten über solchen Fischeinsatz gibt es jedoch nicht.

Hingegen läßt sich über die Besetzung des Sees mit einer Coregonenart aus den Klosterakten einigermaßen Klarheit gewinnen, und das ist um so wichtiger, als die heute im Laacher See lebende Felchenart eine ganz besondere Form darstellt, die keiner der in den Voralpenseen oder den norddeutschen Seen lebenden Coregonenarten gleicht!

In ganz Nordwestdeutschland gibt es sonst keine Seen, die Coregonen beherbergen; nach Süden zu sind die nächsten Coregonengewässer die Voralpenseen (Bodensee usw.), nach Nordosten hin der Schaalsee, der Selenter See und der Madüsee. Zufällige Verschleppung von Coregonen ist ebenso vollständig ausgeschlossen wie etwa eine aktive Wanderung vielleicht aus dem Rhein durch den Abflußstollen in den Laacher See. Die ganze, eigenartige Verbreitung der Gattung *Coregonus*, die sich nur historisch-geologisch verstehen läßt, beweist die Unmöglichkeit beider Einwanderungsweisen. Die äußerst empfindlichen Felchenarten lassen sich ferner im erwachsenen Zustande nur mit Hilfe aller von der modernen Technik gebotenen Transportmittel auf so weite Strecken hin lebend befördern. Eine Verpflanzung angebrüteter Eier war selbstverständlich erst nach Erfindung der sog. „künstlichen Fischzucht“ (1763) möglich und auf Strecken, wie

sie den Bodensee oder den Madüsee von der Eifel trennen, nur mit Hilfe der Eisenbahn. Dazu kommt, daß die Erbrütung von Coregoneneiern einen größeren Umfang erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts annahm. Aus all dem geht hervor, daß — selbst wenn wir urkundliche Belege für den relativ modernen Ersatz von Coregonen in den See nicht hätten — wir eine Einführung von Felchen in den Laacher See vor der Mitte des 19. Jahrhunderts nicht annehmen können.

Aber glücklicherweise geben uns die Fischereiakten des Klosters Maria Laach hierüber ausreichende Aufklärung, wenn sie auch in manchen Punkten nicht vollständig und erschöpfend berichten.

Ich will nicht verfehlen, gleich zu Beginn unserem ausgezeichneten Coregonenkenner, Herrn Geheimen Hofrat Prof. Dr. O. Nüsslin, Karlsruhe, für Auskunft und Ratschläge, die er mir im Laufe dieser Untersuchung mehrfach in freundlicher Weise zuteil werden ließ, hier meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Zu ganz besonderem Dank aber bin ich der Benediktinerabtei Maria Laach verpflichtet, die nicht nur das Fischmaterial zu dieser Studie lieferte, sondern mich auch des öfteren gastfrei beherbergte. Der Leiter der See- und Teichverwaltung des Klosters, Pater Placidus von Spee, stand mir stets mit seiner Hilfe zur Seite und überließ mir die gesamten Fischereiakten sowie seine Aufzeichnungen zur Verarbeitung. — Der herkömmliche Artbegriff läßt sich in der Gattung *Coregonus* ja kaum anwenden; sollte es sich aber doch als zweckmäßig erweisen, daß die Silberfelchen des Laacher Sees einen besonderen wissenschaftlichen Namen erhalten, so möchte ich sie

Coregonus fera Jur *var. sancti benedicti*

nennen, um so meiner Dankbarkeit gegen das Kloster Maria Laach Ausdruck zu geben.

I. Der Einsatz von Coregonen in den Laacher See.

Leider sind die Fischereiakten des Klosters Maria-Laach lückenhaft.

Doch geht aus ihnen hervor, daß der erste Versuch, Coregonen in den See einzusetzen, im Jahre 1866 gemacht wurde. Der Direktor der Sektion Fischzucht des Landwirtschaftlichen Vereins für Rheinpreußen, A. v. Scheven (Crefeld), vermittelte (Brief vom 7./12. 1866) die Zusendung von 30000 Stück befruchteter Eier der Madümaräne („direkt vom Madüsee in Pommern"). Er riet, man solle sie „an vielleicht 10 bis 12 verschiedenen Stellen des Ufers, und zwar am

West-, Nord- und Ostrande bei 2—3 Fuß Wassertiefe einstreuen". Am 15./12. 1866 schrieb A. von Scheven, daß nun auch 50000 Stück befruchteter Eier der Féra vom Bodensee an das Kloster abgeschickt seien; man möge sie ähnlich wie die Maräneneier in den See streuen.

Das alte Benediktinerkloster Maria-Laach war 1801 durch Napoleon aufgehoben worden; nachdem es eine Zeitlang Domäne war, ging es 1820 in Privatbesitz über, mit ihm der See bzw. seine Umgebung. 1862 zogen die Jesuiten in Maria-Laach ein. Die Jesuiten also machten diesen ersten Versuch, Felchen in dem See einzubürgern. Auskunft über einen weiteren Einsatz von Coregonen in den Laacher See gibt eine Notiz des jetzigen Leiters der See- und Teichverwaltung, P. Placidus von Spee:

„Heute am 14./10 1907 war P. Schäffer S. J. hier und erzählte, dass er 1872 1 Million Felcheneier von Basel mit großer Mühe und Umständen hierher transportierte, dieselben dann hier erbrütete und während der Dottersackperiode am Hotellandungsplatz aussetzte. Wochenlang hätte man dort die Felchen noch beobachtet, bis sie auf einmal spurlos verschwunden seien, um anscheinend erst 1903 wieder aufzutauchen."

Aber als im Jahre 1872 die Jesuiten vertrieben wurden und Maria-Laach in den Besitz des Reichsgrafen von Schaesberg kam, ging die Kenntnis von jenem Coregoneneinsatz anscheinend ganz verloren.

Denn auf einen Fragebogen des deutschen Fischereivereins hin schrieb 1878 der Rentmeister Freitäger, der das Gut verwaltete, es seien folgende Fische im See: „1. Hecht, 2. Karpfen, 3. Schleihen, 4. Weissfisch, und zwar die Rotfeder wie der gemeine Weissfisch (*Leuciscus rutilus*), 5. Barsche, 6. Krebse."

Am 23. November 1892 bezogen die Benediktiner wiederum Maria-Laach. Im April 1895 machte der Pater Anselmus Schott O. S. B., der die Fischerei im See unter sich hatte, Aufzeichnungen über das „Fischereiwesen in Maria-Laach" und schrieb u. a. folgendes:

„Von der vorjesuitischen Zeit weiss man nur soviel, dass Aale im See sich befanden (entweder durch die alten Benediktiner oder durch Landrat Delius eingesetzt.) Bei der Ablassung des Sees[1]) (von 1844 an) habe man, so erzählten Obermendiger Leute dem alten Bartmatthes, viele Aale am Gitter des Abflusses gefangen; der See galt, wie es scheint, immer als fischreich. Unsere unmittel-

1) D. h. nach der Anlage des künstlichen Abflußstollens (Th.).

baren Vorgänger, die Jesuiten, taten Folgendes zur Hebung der Fischerei: Laut Angabe der Akten wurden an befruchteten Fischeiern bezogen

von Rheinlachsen	1000	Eier,
gewöhnlichen Bachforellen	500	„
Felchen	50000	„
Maränen	200000	„

Davon gingen vor Einführung in den See zugrunde (auf dem Transport und im Bruthäuschen):

Sämtliche Rheinlachseier

Forelleneier

Felcheneier; von den Maräneneiern 150000, so dass zur Einsetzung in den See gelangten 100000[1]) Maräneneier.

Das sind sämtliche „grossartige" Versuche, fremde Fischarten einzusetzen. Der alte Matthes hat ausserdem einmal „für sein Vergnügen" wie er sagt, aus dem Wiesenweiher, als derselbe im Sommer beinahe kein Wasser mehr hatte, von den damals dort befindlichen Karpfen eine Anzahl in den See getragen; ausserdem eine Anzahl Karauschen aus dem Schwanenweiher . . . . . Wir fanden im See vor: Hechte, Barsche, Schleihen, Weissfische . . . ."

„Von den Coregonen", fährt P. Anselm Schott fort, „habe man nie wieder etwas wahrgenommen; indess nach P. Pötzges wurde einmal ein halb erwachsenes, von einem Raubfisch totgebissenes Exemplar einer Coregonenart gefunden, und Matthes erzählt, Br. Gras, der Jesuitenfischbruder, hätte ihm gesagt, dass er einen ganz fremden, sonst im See nicht gekannten Fisch gefangen. Wo einer ist, können auch mehrere sein, und wir müssen darauf ausgehen, das Vorhandensein solcher Fische zu konstatieren und eventuell dann eigene Geräte anfertigen, oder vom Bodensee beziehen, da mit den gewöhnlichen Geschirren für Coregonenarten nichts zu machen ist. . . . . ."

In weiteren, tagebuchartigen Aufzeichnungen des P. Schott findet sich die Angabe, daß alle *fera*-Eier vor dem Einsatz in den See gestorben seien, nicht. (Auch 1—2000 Gründling- und 7000 Zandereier wurden nach diesen Notizen in den See eingesetzt.)

Ob also bei jenem ersten Coregoneneinsatz, denn nur diesen kannte P. Anselm Schott, durch die Jesuiten nur *Coregonus maraena* oder auch *Coregonus fera* in den See gekommen ist, läßt sich mit

1) Soll wohl heißen 50 000 Maräneneier (Th.).

Sicherheit nicht entscheiden. Möglich ist es immerhin, daß nur *Coregonus maraena* zum Einsatz gelangt ist; 1872 kam aber sicher auch *fera*[1]) hinzu. — Über die fischereiliche Tätigkeit des Pater Schott, der am 23./4. 1896 starb, ist aus den Akten des Klosters nicht viel zu entnehmen.

Im Dezember 1900 oder Januar 1901 wurden zum ersten Male 2 Stück Felchen zufällig in Reusen gefangen; der Abt des Klosters, der vom Bodensee stammt, erkannte die gefangenen Fische als eine Felchenart. 1903 wurde der Felchenfang mit Netzen aufgenommen, die laichreifen Fische abgelaicht und die Eier im Bruthaus aufgezogen.

Am 8./2. 1904 schreibt der Regierungspräsident in Koblenz an den Herrn Abt in Maria-Laach: „Ew. Hochwohlgeboren wird es interessieren zu erfahren, dass nach einer Mitteilung des Herrn Vorsitzenden des Rheinischen Fischereivereins vor einer Reihe von Jahren die Aussetzung von Felchen (Blaufelchen, *Coregonus wartmanni* Bl.) in den Laacher See durch den Pater Anselm Schott auf wiederholte Anregung und mit wiederholter Unterstützung des Vereins erfolgt ist. Der Pater Anselm Schott hatte sich auf Anraten des Schriftführers des Vereines über die Fischereiverhältnisse des Bodensees, dessen charakteristischer Fisch der Felchen ist, an Ort und Stelle unterrichtet und bei einer Anstalt am Bodensee Setzlinge bestellt. Seitens des Rheinischen Fischereivereines ist eine jährliche Beihülfe von 100 Mark bewilligt worden."

So wäre also neben *Coregonus maraena* (Bl.) und *Coregonus fera* Jur. auch *Coregonus wartmanni* (Bl.) in den Laacher See eingesetzt worden? Die Klosterakten geben keine weitere Auskunft; dagegen teilte mir der Vorsitzende des Rheinischen Fischereivereines, Professor K. Huppertz, hierüber in freundlicher Weise folgendes mit: er erinnere sich bestimmt, daß 3 Jahre hintereinander durch P. Schott auf Kosten des Rheinischen Fischereivereins Jungbrut von Weißfelchen (also *fera*) — nicht Blaufelchen — aus Konstanz bezogen und in den Laacher See gesetzt wurden; die diesbezüglichen Schriftstücke befänden sich allerdings nicht unter den Akten des Rheinischen Fischereivereins; sie seien verloren gegangen. Hier

1) Denn daß mit den von P. Schäffer S. J. eingeführten „Felchen"-eiern die Eier von *fera* und nicht von *wartmanni* oder *macrophthalmus* gemeint sind, ist ziemlich sicher. Indes will ich weiter unten (S. 191ff.) auch die Möglichkeit, daß auch Blaufelchen oder Gangfische eingesetzt wurden, diskutieren.

liegt aber mit Sicherheit ein Irrtum vor; daß Prof. Huppertz mit P. Anselm Schott über den Einsatz von Bodenseefelchen in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts beraten hat, ist richtig; eingesetzt sind in dieser Zeit Felchen jedoch sicher nicht; Schon 1903 schrieb Fr. Eucharius Teschemacher, der nach P. Anselm Schott die Fischerei besorgte, an Prof. Huppertz, ihm sei von einem Felcheneinsatz durch P. Schott nichts bekannt. Auch keiner der übrigen Mönche kann sich an solchen Einsatz erinnern: zum mindesten der Fischbruder des P. Anselm Schott, Bruder Blasius, der heute noch der Fischbruder ist, müßte doch von einem solchen Einsatz noch etwas wissen. Die Unmöglichkeit des Einsatzes von Bodenseefelchen durch P. Schott läßt sich aber auch direkt beweisen: im April 1895 machte P. Schott seine Aufzeichnungen über die Fische im See; hätte er damals schon vom Bodensee Felchen eingesetzt, so wäre das sicher von ihm erwähnt worden.

Am 23. April 1896 starb P. Schott nach langer Krankheit: und in diesem einen Krankheitsjahr sollte er „3 Jahre hintereinander" vom Bodensee Weißfelchen bezogen haben resp. selbst geholt haben!

Es erscheint mir hiernach völlig sicher, daß die heute im Laacher See gefangenen Felchen von dem Einsatz durch die Jesuiten in den Jahren 1866 und 1872 stammen; die Fische sind also entweder *Coregonus maraena* aus dem Madüsee, *Coregonus fera* aus dem Bodensee oder eine Kreuzung von beiden.

Von größtem Interesse ist eine briefliche Notiz des Fr. Eucharius Teschemacher an Prof. Huppertz vom 28. Februar 1904:

„Da meine Kenntnis des Bodensee-Silberfelchen keine ganz zuverlässige war, schickte ich ein Exemplar unseres Fisches nach der Reichenau, um denselben mit den dortigen Felchen zu vergleichen. Merkwürdigerweise wurde jedoch von dortigen Fischern, insbesondere von dem Fischmeister der badischen Regierung, die Identität unseres Fisches mit dem Silberfelchen nicht anerkannt. Er sei zu plump, der Kopf zu spitz usw. Die Fischer kannten überhaupt unseren Fisch nicht, halten ihn jedoch auch für einen Felchen."

Eine genaue Untersuchung zeigt, wie scharf der Blick der praktischen Fischer war: die Felchen des Laacher Sees, wie sie heute gefangen werden, gleichen weder den Silberfelchen des Bodensees noch den Maränen des Madüsees, sondern weichen von beiden in ganz charakteristischer Weise ab.

II. Beschreibung der Laacher-See-Felchen.

A. Das Ei.

250 kurz vor dem Ausschlüpfen stehende Eier, die im Februar 1910 in Formalin konserviert wurden, wurden mikrometrisch gemessen.

Es ergab sich dabei die nebenstehende Variationskurve (Textabbildung A):

Minimum	2,664 mm
Maximum	3,515
Variationsgröße	0,851
Durchschnittsgröße [1])	2,96

Fig. A. Variationskurve der Eigröße des Laacher-See-Felchens.

100 erst kurze Zeit befruchtete, im Dezember 1909 in Formalin konservierte Eier ergaben die nachfolgenden Zahlen:

Minimum	2,479 mm
Maximum	3,330
Variationsgröße	0,851
Durchschnittsgröße	3,031

Das Ei der Laacher-See-Coregonen hat also eine durchschnittliche Größe von 3,0 mm und schwankt zwischen 2,5 und 3,5 mm. [2])

B. Die Larve.

(Taf. 2 Fig. 3.)

Die Larven der Laacher-See-Coregonen wurden gleich nach dem Ausschlüpfen lebend im Kloster Maria-Laach untersucht.

Die Larven sind glasklar durchsichtig und flotte, geschickte Schwimmer. Die Länge eben geschlüpfter Larven beträgt 11 bis 11,5 mm.

Bei 12 Larven dieser Länge wurde das Verhältnis von Dottersackhöhe : Schwanzflossenhöhe (Dh : Sh) bestimmt; es ergab sich:

1) Hier genauer „Modalvariante".
2) Vgl. hierzu den Anhang S. 216—217.

	Dh : Sh
Minimum	1 : 0,74
Maximum	1 : 1,0
Variationsgröße	0,26
Durchschnitt	1 : 0,87

11 Larven von 12—13 mm Länge wiesen die folgenden Maße auf:

	Dh : Sh
Minimum	1 : 0,84
Maximum	1 : 1,08
Variationsgröße	0,24
Durchschnitt	1 : 0,96

Bei ganz jungen Larven beträgt also Dh : Sh 0,9, d. h. die Schwanzflosse ist etwas niedriger als der Dottersack, während bei etwas älteren Tieren Schwanzflossen- und Dottersackhöhe gleich sind. (Die größeren Larven sind im Maximum 1 Woche alt.)

Das Dottersackö l ist farblos.

Gelbes Pigment fehlt vollständig; auch mit starken Vergrößerungen sind Rudimente des gelben Pigments nicht zu erkennen.

Das schwarze Pigment ist kräftig, tief dunkel. Auf dem Dottersack eine große Zahl von Pigmentzellen; vom Dottersack aus ziehen sich ventral jederseits 1 oder auch 2—3 Reihen von Pigmentzellen bis zum After, von da bis zum Ende der Wirbelsäule stets nur eine Reihe. Auf dem Kopf, von der die Augenmitte verbindenden Transversallinie an caudalwärts, reichlich (etwa 30) tiefschwarze Chromatophoren. Von diesen aus erstreckt sich jederseits eine dorsale Längsreihe von Chromatophoren bis zum Schwanze hin; zwischen beiden Längsreihen direkt hinter dem Kopf noch einige einzelne Pigmentzellen. An der ventralen Seite der Schwanzbasis häufig ein paar einzelne Chromatophoren.

Schon bei Larven von 11 mm Länge beginnt die Knorpelstrahlbildung in der Schwanzflosse, jedoch ist noch kein Blutcapillarnetz entwickelt. Larvenmund unterständig. Vorderrand des Unterkiefers erreicht nicht den Vorderrand des Auges. Mundspalte bis zur Augenmitte reichend. Augendurchmesser (Mittel aus 5 Messungen) 0,95 mm, also etwa der 11.—12. Teil der Körperlänge.

Zahl der Myomeren vom Kopf bis zum Ureter etwa 40.

C. Der Fisch.

a) Untersuchungsmethoden.

Von erwachsenen Fischen stand mir eine größere Zahl — etwa 30 —, die 1909 und 1910 gefangen wurden, für die Untersuchung zur Verfügung. Alle diese Tiere wurden frisch — d. h. ungefähr einen Tag nach dem Fang, nachdem sie auf Eis verpackt von Maria-Laach nach Münster geschickt waren, — gemessen. 1- und 2jährige Fische, wie sie in den Fischteichen aufgezogen werden, wurden in Maria-Laach in Formalin konserviert und später untersucht und gemessen. Die Form erhielt sich tadellos in der Formalinlösung, Schrumpfungen waren nicht zu beobachten, so daß die so erhaltenen Meßwerte mit den an frischen Fischen gewonnenen sicher zu vergleichen sind. Von den 1- und 2jährigen Fischen habe ich im ganzen nur etwa 15 Stück untersucht. — Um die Zahl und Maße der Kiemenreusenzähne festzustellen, wurden die Kiemenkörbe herauspräpariert, durch einen dorsalen Längsschnitt aufgeschnitten, nun mit Nadeln auf kleinen Brettchen ausgebreitet und festgesteckt und auf Alkohol schwimmend gehärtet. An den so gewonnenen Präparaten wurden die Zählungen und Messungen vorgenommen, bei den jugendlichen Fischen natürlich unter der Präparierlupe.

Die 1- und 2jährigen Fische wurden übrigens auch lebend beobachtet (Frühjahr 1910).

Beim Messen der größeren Fische bediente ich mich des von Samter in: Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde, Vol. 2, 1906, p. 149—150 angegebenen Orientierungsbrettes, allerdings in einer noch wesentlich verbesserten Konstruktion. Herr Dr. M. Samter hatte die Freundlichkeit, die Anfertigung des Apparats (durch den Berliner Universitätsmechaniker W. Oehmke) zu überwachen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche. Das neue Brett gestattet eine außerordentlich leichte und sichere Orientierung des zu messenden Fisches.

An den Fischen wurden im Anschluß an Nüsslin (1882, p. 109) die folgenden Maße gewonnen:

Höhen:

1. in der Gegend der Hinterecke des Operculums h_1
2. am Beginn der Rückenflosse h_2
3. an der niedrigsten Stelle des Schwanzstieles h_3

Dicken:

1. zwischen den Nasenlöchern d_1
2. zwischen den Augen (Pupillenmitte) d_2
3.—5. an den Stellen von h_1, h_2, h_3 d_3, d_4, d_5.

Kopfmaße:

Abstand der Schnauzenspitze	vom Nasenloch	a
„ „ „	vom Vorderrand des Auges	b
„ „ „	vom Hinterrand des Auges	c
„ „ „	von der Vorderecke des Präoperculums	d
„ „ „	von der Hinterecke des Operculums	e
„ „ „	vom Hinterrand des Oberkiefers	m.

Flossenstellung:

Entfernung (von der Schnauzenspitze, und zwar projiziert auf die Längsachse):

der Insertion der Rückenflosse	f
des Winkels zwischen Fettflossenhinterrand und Rückenprofil	g
des vordersten Bogenpunktes des Ausschnittes der Schwanzflosse	k
der Insertion der Brustflosse	n
„ „ „ Bauchflosse	o
„ „ „ Afterflosse	p.

Flossengröße:

Vorderrand der Rückenflosse	Dv	Vorderrand der Afterflosse	Av
Hinterrand „ „	Dh	Hinterrand „ „	Ah
Basis „ „	Db	Basis „ „	Ab
Oberrand der Schwanzflosse	Co	Länge der Brustflosse	P
Unterrand „ „	Cu	„ „ Bauchflosse	V.

Alle Zahlen wurden auf Prozente der Körperlänge (= Schnauzenspitze bis Schuppenende) umgerechnet. Von den so gewonnenen Prozentzahlen wurde Maximal-, Minimal- und Durchschnittszahl bestimmt.

Die Resultate der recht langwierigen Berechnungen, bei denen ich mich der eifrigen Mithilfe meiner Frau zu erfreuen hatte, sind in den folgenden Tabellen niedergelegt.

b) Tabellen.

Tabelle 1.
Maße der Laacher-See-Felchen.

α) Höhen.

Laacher-See-Felchen	h_1		h_2		h_3	
	Variationsgröße	Durchschnitt	Variationsgröße	Durchschnitt	Variationsgröße	Durchschnitt
1jährig	16,2—17	16,6	18,7—19,1	18,8	7,1—7,7	7,4
2jährig	16,6—18,6	17,5	17,9—22,5	20,5	6,8—7,8	7,3
6jährig	15,7—21,9	17,8	21,3—26,1	22,8	6,7—7,8	7,2

β) Dicken.

Laacher-See-Felchen	d_1		d_2		d_3		d_4		d_5	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
1jährig	3,3—4,3	4,0	9,4—10,2	9,8	11,3—12,5	11,9	10,3—12,5	11,3	4,1—4,5	4,3
2jährig	3,4—4,4	3,8	8,6— 9,7	9,2	11,1—11,6	11,3	10,6—11,5	11	3,4—4,2	3,9
6jährig	2,8—3,5	3,1	7,0— 8,0	7,9	9,3—11	10,1	10,2—10,1	11,2	3,1—4,9	3,8

γ) Kopfmaße.

Laacher-See-Felchen	a		b		c		d	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
1jährig	3,4—4,3	3,8	5,7—7,1	6,5	11,4—12,5	11,7	14,5—16,5	15,7
2jährig	3,3—4,1	3,7	6,0—6,8	6,3	11,0—12,6	11,5	15,8—17,2	16,7
6jährig	2,9—4,0	3,4	5,4—6,6	6,0	9,4—10,3	9,9	13,3—16,1	14,7

Laacher-See-Felchen	e		m		c—b		b—m	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
1jährig	21,1—23,5	22,8	6,6—7,1	6,9	4,7—6	5,4	0—(—0,9)	—0,3
2jährig	22,2—24,8	23,3	6,1—6,9	6,5	4,8—6,3	5,2	0—(—0,6)	—0,2
6jährig	20,2—22,3	21,1	5,8—6,4	6,1	3,3—4,2	3,8	(—0,4)—(+0,4)	0,0

δ) Flossen

Laacher-See-Felchen	f		g		k		n	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
1jährig	41,0—49,6	45,7	82,0—85,5	84,1	104,8—106,8	106,2	18,7—21,4	19,9
2jährig	44,4—47,6	45,5	74,4—84,8	79,2	105,3—111,4	107,5	20,3—26	22,7
6jährig	43,7—47,5	46,5	77,8—83,2	81,3	104,8—110	107,1	17,6—20,3	19,2

ε) Flossen

Laacher-See-Felchen	Dv		Dh		Dö		Co		Cu	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
1jährig	17,1—18,8	18,0	3,4—5,2	4,1	9,4—11,1	10,1	21,5—22,8	22,3	23,1—22,8	22,8
2jährig	16,8—20,6	18,8	3,4—5,7	4,6	9,5—12,6	10,9	21,1—26,2	23,7	21,1—26,2	23,7
6jährig	14,2—18,0	16,0	4,1—5,9	4,9	9,8—11,9	11,0	13,5—20,0	16,9	19,7—23,2	21,6

Tabelle 2.

Zahl der Reusenzähne, sowie Länge des Mittelzahnes am 1. und 2. rechten Bogen und die Länge dieser Bogen selbst bei 21 erwachsenen, laichreifen Laacher-See-Felchen (Nr. 1—4 1909, 5—21 1910 gefangen).

No. des Fisches	Zahl der Reusenzähne des 1. Bogens		2. Bogens		3. Bogens		4. Bogens		Länge (in mm) des Mittelzahnes am rechten Bogen		des ganzen rechten Bogens	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	1.	2.	1.	2.
1	44	45	49	49	41	41	32	31	—	—	—	—
2	44	44	46	46	41	42	31	31	—	—	—	—
3	47	45	45	45	41	41	31	34	—	—	—	—
4	42	40	42	43	39	39	30	30	—	—	—	—
5	42	42	43	42	38	38	29	29	11,5	5	38	36
6	—	42	43	—	38	—	29	29	9	4	34	27
7	—	44	46	47	40	39	32	33	10,5	5	37	36
8	—	44	44	44	40	39	28	30	11,5	5	40	37
9	43	43	42	42	38	38	32	31	10	5	39	38
10	44	44	48	46	40	40	32	32	11	6	42	39
11	41	41	43	40	34	34	28	29	10	5,5	38	38
12	44	44	45	46	41	40	30	30	9,5	5	36	34
13	—	44	46	47	42	41	32	33	10	4	34	34
14	43	43	44	44	40	40	32	32	10	5	36	35
15	44	44	44	46	41	40	31	32	10	5,5	40	40
16	46	—	46	44	39	40	32	32	11	5	42	39
17	43	43	42	42	37	36	29	29	10	5	39	38
18	41	—	44	43	37	37	29	32	11	5	37	37
19	44	44	46	—	42	40	31	—	8	4	32	31
20	44	44	46	—	40	40	31	32	11,5	5	37	35
21	—	45	45	46	41	40	30	30	10	4,5	40	37

stellung.

o V.	o D.	p V.	p D.	o—f V.	o—f D.	Laacher-See Felchen
45,7—50,4	48,5	71,5—75,2	73,5	(— 2,7)—(+ 4,7)	2,8	1jährig
48,4—52,4	49,8	73,9—77,7	75,9	3,4—5,0	4,2	2jährig
45,9—52,8	48,4	73,7—81,9	75,9	(— 1)—(+ 7,5)	2,35	6jährig

größe.

Av V.	Av D.	Ah V.	Ah D.	Ab V.	Ab D.	P V.	P D.	V V.	V D.	Laacher-See-Felchen
10,2—10,8	10,5	2,6—3,6	3,3	9,8—11,1	10,5	12,9—15,4	13,8	14,0—15,4	14,4	1jährig
11,4—13,2	12,1	3,4—4,0	3,8	9,7—11,1	10,3	13,6—14,3	13,9	14,7—15,2	15,0	2jährig
8,9—11,3	10,3	2,6—3,8	3,1	9,1—12,6	10,7	12,8—16,5	14,7	12,9—15,8	14,2	6jährig

Tabelle 3.

Nummer und Alter des Fisches	Zahl der Reusenzähne des 1. Bogens links	1. Bogens rechts	2. Bogens links	2. Bogens rechts	3. Bogens links	3. Bogens rechts	4. Bogens links	4. Bogens rechts	Länge (in mm) des Mittelzahnes am rechten 1. Bogen	2. Bogen	des ganzen rechten 1. Bogens	2. Bogens
I. April 1910 2jährig	37	39	47	41	37	36	—	29	7	3	23	22
II. April 1910 2jährig	40	40	41	41	37	37	—	—	5,5	3	22	20
III. Dez. 1909 2jährig	41	41	44	42	39	39	30	30	—	—	—	—
IV. Dez. 1909 2jährig	44	43	44	43	41	40	—	—	4,5	2,5	22	20
V. Dez. 1909 2(od.3)jährig	—	41	45	42	38	38	31	29	6	3	23	23
VI. April 1910 1jährig	42	42	44	45	42	40	31	32	3	2	18	16,5
VII. desgl.	41	41	44	43	38	40	30	29	3,5	2	17	16
VIII. desgl.	42	44	44	47	38	40	30	31	3,5	2	15	15
IX. desgl.	41	41	43	43	38	37	30	31	4	2	16	15
X. desgl.	44	43	46	45	39	41	—	33	4	2	15,5	15,5
XI. desgl.	41	—	46	44	38	38	31	30	3,5	2	16	15,5

Tabelle 4. Zahl der Kiemenreusenzähne.

Laacher-See-Felchen	Bogen I Variationsgrenzen	Bogen I Durchschnitt	Bogen II Variationsgrenzen	Bogen II Durchschnitt	Bogen III Variationsgrenzen	Bogen III Durchschnitt	Bogen IV Variationsgrenzen	Bogen IV Durchschnitt
1jährige	41—44	42	43—47	45	38—42	39	29—33	32
2jährige	37—44	41	41—44	42	36—41	38	29—31	30
6jährige	40—47	44	40—49	46	34—42	40	28—34	32

Tabelle 5.

Zahndichte und relative Zahnlänge.

Laacher-See-Felchen	Zahndichte		Relative Zahnlänge			
			Bogen I		Bogen II	
	Bogen I	Bogen II	Variationsgrenzen	Durchschnitt	Variationsgrenzen	Durchschnitt
1jährige	26	28	3,9—6	4,9	7,5—8,3	7,8
2jährige	18	20	3,3—4,9	4,0	6,7—8,0	7,4
6jährige	11	12	3,2—4,0	3,7	6,5—8,4	7,3

C. Beschreibung des Laacher-See-Felchens als 1jähriger, 2jähriger und geschlechtsreifer Fisch.

(Tafel 2 Fig. 1 u. 2. Taf. 3 Fig. 11.)

Die Farbe der Fische (in allen 3 Stadien) ist silberglänzend, der Rücken bis nicht ganz zur Seitenlinie ist grau-bräunlich; alle Flossen sind gegen das Ende hin etwas geschwärzt; wenn der Fisch im Wasser schwimmt, erscheinen bei bestimmter Beleuchtung die zusammengelegten Flossen gegen das Ende hin bläulich schimmernd.

Das Gewicht von 20 im Dezember 1910 gefangenen reifen Fischen betrug 300—450 g, im Durchschnitt 380 g, die Länge dieser Fische (Schnauze bis Schuppenende) 265—340 mm, im Durchschnitt 313 mm. Nach dem Bau der Schuppen waren diese Fische sämtlich 6 Jahre alt, nur ein ♀ von 450 g Gewicht und 340 mm Länge war 7jährig. Einjährige Fische, die in Teichen aufgezogen sind, wiegen 17—20 g, im Durchschnitt 17 g, bei einer Länge von (112—123) 118 mm; 2sömmerige Fische erreichen ein Gewicht von (40—80 g). 70 g bei einer Länge von (145—190) 175 mm.

Bei fast allen erwachsenen Fischen ist der für die Coregonen charakteristische Laichausschlag, oft in kräftiger Entwicklung, vorhanden (Fig. 1).

R: bei 6 1jährigen Fischen $\frac{(1—)2}{10}$, bei 5 2jährigen $\frac{(1—)2}{(10—)11}$

bei 20 erwachsenen $\frac{1—2}{10—12}$, im Durchschnitt $\frac{1—2}{11}$

A: bei 6 1jährigen $\frac{2}{(10—)12}$, bei 5 2jährigen $\frac{(1—)2}{(9—)11}$

bei 20 erwachsenen $\frac{1}{10—12}$, im Durchschnitt $\frac{1}{11}$

Schuppenformel:

bei 6 1jährigen: 81 (—83) $\frac{9}{8}$

bei 5 2jährigen: (79—82) 81 $\frac{9}{(7—)8}$

bei 20 erwachsenen 75—84 $\frac{9—10}{8—9}$. im Durchschnitt 80 $\frac{10}{8}$.

Schuppen mäßig groß, sehr fest sitzend.

Oberkinnlade etwas über die Unterkinnlade vorstehend oder ihr gleichlang, Schnauze vorn senkrecht abgestutzt, Mundöffnung daher fast endständig (mit einer geringen Tendenz zur Unterständigkeit). (Fig. 1, 2, 11). Dorsalprofil schwach gebogen.

Kopflänge (e) bei jugendlichen Fischen etwa 23, bei erwachsenen 21% der Körperlänge, Kopfhöhe: Kopflänge (h_1 : e) ungefähr 6 : 7.

Der Oberkiefer überragt bei jungen Fischen den Augenvorderrand etwas (b—m = — 0,3), schneidet bei erwachsenen Tieren dagegen gewöhnlich gerade mit dem Vorderrande des Auges ab (b—m = 0).

Junge Tiere haben einen relativ dickeren und längeren Kopf als die erwachsenen (Maße d, d_2, d_3, d, e). Die relative Augengröße (c—b) nimmt mit dem Alter ab; während bei den Larven der Augendurchmesser etwa 8,5% der Körperlänge beträgt, beträgt er bei

1jährigen Fischen	5,4%
2jährigen „	5,2%
erwachsenen „	3,8%.

Für die Flossengröße und Stellung vgl. die Tabellen; die Bauchflosseninsertion liegt im Durchschnitt etwas hinter dem Beginn der Rückenflosse (o—f = im Durchschnitt 2,35—4,2). Während bei den jungen Fischen oberer und unterer Rand der Schwanzflosse etwa gleich sind (vgl. die Maße Co und Cu), ist bei erwachsenen Fischen häufig die untere Hälfte der Schwanzflosse länger als die obere (Co = 16,9%, Cu = 21,6%). Der Schwanzstiel ist kurz und gedrungen (Maße h_3 und d_5).

Zahl der Kiemenreusenzähne vgl. Tabelle 4. Schon bei den 1jährigen Fischen ist der Typus der Bezahnung festgelegt; 1jährige und erwachsene Laacher-See-Felchen unterscheiden sich in der Zahnzahl nicht oder fast nicht, was hier besonders hervorgehoben sei; schreibt doch Hofer (1909, p. 312—313): „Will man diesen Charakter [nämlich die Reusenbedornung. Th.] zur Classification benutzen, so

stellen sich mancherlei Schwierigkeiten heraus. Zuerst können nur erwachsene, geschlechtsreife Individuen benutzt werden, denn bei unseren geringen Kenntnissen über die jungen Renken wissen wir durchaus nicht, ob die Zahl und die verhältnismäßige Größe der Reusenzähne während des ganzen Lebens konstant ist, oder ob sie nicht innerhalb gewisser Grenzen wechselt. Nüsslin behauptet zwar, daß die Zahl der Dornen vom Altersstadium des Fisches fast unabhängig sei, aber genügende Beweise für diese Behauptung müssen erst geliefert werden." Für die Silberfelchen des Laacher Sees ist der Beweis für die Richtigkeit der Nüsslin'schen Ansicht in den Tabellen 2—4 erbracht.

Unter Zahndichte verstehe ich die Zahnzahl für 1 cm Bogenlänge, also $\frac{\text{Zahnzahl}}{\text{Bogenlänge in mm}} \times 10$. Wenn die Zahnzahl bei erwachsenen und jugendlichen Individuen gleich bleibt, muß die „Zahndichte" natürlich mit dem Wachstum abnehmen. Die Tabelle 5 bringt dies zum Ausdruck.

Relative Zahnlänge nenne ich das Verhältnis der Bogenlänge zur Länge des längsten Zahnes eines Bogens (meist ein Zahn etwas vor der Bogenmitte) vgl. Tabelle 5. Die relative Zahnlänge am 1. Bogen bei 1jährigen Fischen ist über $^1/_4$ größer als bei erwachsenen! Die Zahl der sekundären Reusenzähne ist groß.

Der Mageninhalt aller untersuchten erwachsenen Laacher-See-Felchen bestand ausschließlich aus Daphniden und Copepoden (*Diaptomus gracilis* und *Daphne longispina*). Nur bei den 2jährigen Teichfischen wurden neben Copepoden auch ganz vereinzelte Tendipedidenlarven im Magen gefunden. Über die Laichgewohnheiten der Laacher-See-Felchen vgl. S. 207.

III. Vergleich der Silberfelchen des Laacher Sees mit anderen Coregonen.

a) Das Ei.

Nüsslin gab (1908 p. 181) eine Tabelle der Eigröße verschiedener Coregonen; danach hat u. a.

der Blaufelchen	einen Eidurchmesser von	2,5 mm
die Peipusmuräne		2,9
der Gangfisch		3,0
der Silberfelchen (*fera*)		3,2
die Wittingauer Maräne		3,4

Unser Laacher-See-Fisch mit 3 mm Eidurchmesser würde also dem Gangfisch am nächsten stehen. Da aber die Nüsslin'schen Zahlen keine Mittelzahlen aus großen Messungsreihen darstellen und da die Variationsextreme unserer Fische 2,5 und 3,5 sind, so läßt sich nach der Eigröße die Stellung der Laacher-See-Felchen nicht näher bestimmen. Unter den Bodenseeformen entfernt er sich jedenfalls vom Blaufelchen am weitesten, ebenso weit aber nach der anderen Seite hin von der Wittingauer Maräne (also der künstlich gezogenen Madümaräne).[1])

b) Die Larve.

Versucht man, die Larve des Laacher-See-Felchens in die von Nüsslin (1908, p. 176—180) gegebene „Übersicht der bisher bekannten Coregonen-Larven" einzugliedern, so kommt man nach dem Verhältnis Dh : Sh = 1 : 0,87 zur zweiten Larvengruppe: „Larven mit mittlerer Dottersack- und Schwanzflossenentwicklung, Dh : Sh = 1 : 1 bis 1 : 0,85." Damit aber sind von den Bodenseeformen Gangfisch und Blaufelchen sofort ausgeschieden.

Denn beim Gangfisch ist das Verhältnis Dh : Sh = 1 : 1,2, die Schwanzflosse ist also höher als der Dottersack; auch ist die Gangfischlarve (11—12,5 mm, im Durchschnitt 12 mm) etwas länger als die Larve des Laacher-See-Felchens (11—11,5 mm). Das Dottersacköl beim Gangfisch ist hellgelblich, beim Laacher-See-Felchen farblos.

Beim Blaufelchen ist der Dottersack fast kuglig; Dh : Sh = 1 : 0,4, die Dottersackhöhe also über doppelt so groß wie die Schwanzflossenhöhe; die Larvenlänge beträgt nur 9,5 mm. Vor allem aber ist die schwarze Pigmentierung bei den jungen Blaufelchenlarven fast bis zum Verschwinden rudimentär, während sie bei den Laacher-See-Felchen kräftig entwickelt ist. Das kupferrötliche Dottersacköl des Blaufelchen gibt ein weiteres entscheidendes Merkmal ab.

Da nun beim Laacher-See-Felchen das gelbe Pigment fehlt, so scheiden aus der zweiten Larvengruppe Nüsslin's die ersten 3 Arten, bei denen „gelbes Pigment schon bei unbewaffnetem Auge deutlich erkennbar ist" aus, nämlich *C. albula*, die kleine Maräne; ferner die Peipusmaräne sowie die Wittingauer Maräne. Letztere steht von diesen dreien unserem Fisch noch am nächsten, da „gelbes Pigment ungemischt nicht deutlich hervortritt", vorhanden ist es jedoch, auch ist das Verhältnis Dh : Sh etwas anders (1 : 1), die Larvenlänge etwas größer (11,8 mm).

1) Vgl. aber den Zusatz auf S. 217.

Bei den übrigen 3 Formen der zweiten Larvengruppe ist „gelbes Pigment schwach entwickelt oder fehlend; ca. 11 mm Körperlänge". Hierher wäre also auch unser Fisch zu stellen.

Bei den beiden ersten, der *fera* des Bodensees und der „Palée" des Neuenburger Sees, ist „gelbes Pigment, insbesondere in der Schwanzregion noch vorhanden".

Bei *fera* ist das schwarze Pigment „auch an Kopf- und Rumpfrücken kräftig entwickelt. Dh : Sh = 1 : 0,95", bei der Palée ist das Pigment „an Kopf- und Rumpfrücken schwach entwickelt. Dh : Sh = 1 : 1".

Bei *Coregonus steindachneri* Nüssl. schließlich, der Rheinanke des Traunsees, fehlt das gelbe Pigment gänzlich, das schwarze dagegen ist stark entwickelt. Dh : Sh = 1 : 0,85.

Wollte man unsere Laacher-See-Larve nach der Nüsslin'schen Tabelle bestimmen, so würde man unbedingt auf den *Coregonus steindachneri* Nüssl. kommen! Größen- und Farbverhältnisse beider Arten stimmen vollständig überein! Die nächst-ähnliche Larve wäre dann *C. fera* des Bodensees.

Wenn man nun aber auch die oben im Abschnitt I gegebene „Einsatzgeschichte" mit größter Skepsis behandelt, so ist doch eines sicher, daß nämlich nur aus dem Madüsee und dem Bodensee Coregonen in den Eifelsee gelangt sind. Aus dem Traunsee sicher nicht! (Übrigens hat auch der erwachsene Fisch des Laacher Sees mit der Rheinanke nicht das geringste zu tun.) Dagegen lasse ich gern die Möglichkeit offen, daß aus dem Bodensee nicht nur die *fera*, sondern event. auch die beiden anderen Arten, Blaufelchen und Gangfisch, in den Laacher See übertragen wurden; denn die Nachricht über den Coregoneneinsatz anno 1872 (vgl. S. 177 u. 179) ist in dieser Beziehung nicht absolut eindeutig. Wenn aber auch die erwachsenen Fische im Laacher See sich so stark verändert hätten, daß ihre ursprüngliche Herkunft nicht mehr erkennbar wäre, an der Larve (resp. dem Ei) müßte sie sich doch noch erweisen lassen. Denn daß die Larve in 4 Jahrzehnten sich so stark verändert hätte, ist zum mindesten doch unwahrscheinlich.

Der Vergleich der Larven zeigt nun folgendes:

1. Von den Bodenseeformen sind weder *macrophthalmus* noch *wartmanni* in den Laacher See eingesetzt worden, damit befinden wir uns in völliger Übereinstimmung mit der historischen Überlieferung.

2. Der heute im Laacher See gefangene Fisch hat auch mit der Madümaräne nichts zu tun. Die Differenzen im Bau der Larven

sind beträchtliche; wem sie indes noch in den Bereich der Abänderungsmöglichkeiten zu fallen scheinen, der wird sich später durch den Vergleich der erwachsenen Fische wohl überzeugen lassen, daß Maränenblut heute nicht mehr in der Coregonenkolonie des Laacher Sees vorhanden ist.

Das bedeutet aber, daß von den 1866 vom Stettiner Madüsee bezogenen 200000 Maräneneiern, von denen auf dem Transport und im Bruthäuschen schon 150000 zugrunde gingen, auch die in den See gesetzten 50000 Stück so geschädigt waren oder so ungünstige Lebensbedingungen fanden, daß auch sie noch abstarben.

3. Von den Bodenseearten hat *Coregonus fera* Jur., der Sand- oder Silberfelchen, die der Laacher-See-Form ähnlichste Larve. Das stimmt aber vollständig mit der Überlieferung überein, nach der 1866 (und 1872) Eier von *Coregonus fera* vom Bodensee in den Laacher See überführt worden sind.

4. Die Larve von *Coregonus fera* hat sich jedoch in der neuen Umgebung verändert, und zwar ist eine Form entstanden, die der Larve der Rheinanke des Traunsees (*C. steindachneri* Nüssl.) vollständig zu gleichen scheint. Die Larve von *Coregonus fera* hat sich im Laacher See seit 1866 bzw. 1872 folgendermaßen verändert: der Dottersack ist relativ etwas höher geworden (Dh : Sh bei *fera* = 1 : 0,95, beim Laacher-See-Felchen 1 : 0,87); das bei der *fera*-Larve fast endständige Maul ist etwas mehr auf die Unterseite des Kopfes gerückt; vor allem aber — und das ist die Hauptveränderung — ist das ursprünglich insbesondere in der Schwanzregion noch vorhandene gelbe Pigment vollständig geschwunden.

c) Der Fisch.

Da es von vornherein nicht ausgeschlossen erschien, daß außer *fera* und *maraena* noch andere Bodenseecoregonen in den Laacher See eingesetzt sein konnten, so habe ich mir als Vergleichsfische nicht nur *Coregonus maraena* vom Madüsee, sondern vom Bodensee neben *C. fera* auch *C. wartmanni* und *macrophthalmus* verschafft. Von *Coregonus maraena* habe ich 7 große Exemplare aus dem Madüsee (Oktober 1910) zum Vergleich herangezogen; die Fische wogen 400—500 g und hatten eine Länge von 315—360 mm. Nach dem Bau der — sehr leicht ausfallenden — Schuppen zu urteilen, waren sie 5jährig. Ihr Magen-Darminhalt bestand aus Schlamm, Crustaceenresten, einzelnen jungen Dreissensien und Limnaeen und vor

allem sehr viel Pisidien; die Nahrung war also vom Seeboden aufgenommen worden.

Von *Cor. fera* besitze ich 5 Sandfelchen von der Reichenau und 1 Exemplar aus Konstanz. Die Fische wogen 700—1100 g und hatten eine Länge von etwa 360—430 mm; das Alter der Fische konnte nach den Schuppen auf 4—5 Jahre festgestellt werden. Der Magen- und Darminhalt bestand aus Chydoridenresten, Ephemeridenlarven, Tendipedidenlarven, einzelnen *Limnaea ovata* und *Neritina fluviatilis* und vielen Pisidien.

Von *Coregonus macrophthalmus* und *wartmanni* konnte ich eine größere Anzahl aus Konstanz bezogener Tiere untersuchen.

Die Maränen und Sandfelchen wurden nach dem Nüsslin'schen Schema gemessen und die Zahlen auf Prozente der Körperlänge umgerechnet. Da *wartmanni* nach dem Bau der Larve keine näheren Beziehungen zum Laacher-See-Fisch erwarten ließ, wurde von Messungen abgesehen. Für einen exakten Vergleich reicht die geringe Zahl der gemessenen Fische bei *maraena* nicht aus; doch zeigt schon eine oberflächliche Betrachtung, daß *maraena* mit den Laacher-See-Felchen keinen genetischen Zusammenhang hat. Eingehende, auf umfangreiches Material begründete Untersuchungen über die norddeutschen Maränen haben wir zudem von anderer Seite zu erwarten.

In der folgenden Tabelle No. 6 sind die Zahlen für den Laacher-See-Fisch und für *Cor. maraena* durch eigene Messungen gewonnen, die Werte für *fera* und *macrophthalmus* dagegen Nüsslin's Arbeit (1882, p. 110—111) entnommen; Nüsslin untersuchte 34 Stück *Cor. fera* und 30 Stück *Cor. macrophthalmus.*

In Tabelle 7 stammen die Zahlen für Blaufelchen und Gangfisch ebenfalls von Nüsslin (p. 107 u. 165); Tabelle 8 beruht durchweg auf eigenen Messungen.

Tabelle 6. Vergleich der 4 Coregonenarten. Körpermaße.

Höhen.

	h_1		h_2		h_3	
	Variationsgröße	Durchschnitt	Variationsgröße	Durchschnitt	Variationsgröße	Durchschnitt
Laacher-See-Felchen	15,7—21,9	17,8	21,3–26,1	22,8	6,7—7,8	7,2
fera	14,8—19,8	16,4	21 —27,4	23,7	6,7—8,3	7,5
maraena	16,1—18,1	17,3	21,1—24,1	22,9	7,0—9,2	7,6
macrophthalmus	14,4—17,8	16,1	17,7—25,3	20,9	6 —7,3	6,9

Dicken.

	d_1		d_2		d_3		d_4		d_5	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
Laacher-See-Felchen	2,8—3,5	3,1	7,0—8,8	7,9	9,3—11	10,1	10,2—12,3	11,2	3,1—4,9	3,8
fera	2,1—3,6	2,9	5,2—8,2	6,4	8,6—11	10,6	8,9—13,9	10,6	2,4—4,9	4,2
maraena	2,4—3,6	3,0	6,8—7,4	7,2	9 —11	10	10 —12,7	11,3	3,2—4,2	3,7
macrophthalmus	2,2—4	3,0	5,8—7,3	6,4	8,8—10,7	9,4	9,1—10,9	9,9	3,6—4,9	4

Kopfmaße.

	a		b		c		d	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
Laacher-See-Felchen	2,9—4	3,4	5,4—6,6	6,0	9,4—10,3	9,9	10,3—16,1	14,7
fera	2,1—3,6	2,6	4,5—6,6	5,4	8,1—10,9	9,7	11,9—14,4	13,5
maraena	2,9—4,1	3,6	5,7—6,9	6,3	9,8—10,3	10,2	13,8—16,1	14,7
macrophthalmus	1,3—4	2,8	4,9—6	5,4	9,5—11,5	10,2	13,4—15	14,2

	e		m		c—b		b—m	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
Laacher-See-Felchen	20,2—22,3	21,1	5,8—6,4	6,1	3,3—4,2	3,8	(—0,4)—(+0,4)	0,0
fera	17,7—20,6	19,5	3,9—5,8	4,6	3 —5,2	4,3	—	+0,8
maraena	20,4—22,2	21,1	5,4—6,2	5,8	3,6—4,1	3,9	0,3—1,1	0,5
macrophthalmus	19,8—22	20,7	4,6—6,3	5,6	4,4—5,6	4,8	—	—0,2

Flossenstellung.

	f		d		k		n	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
Laacher-See-Felchen	43,7—47,5	46,5	77,8—83,2	81,3	104,8—110	107,1	17,6—20,3	19,2
fera	43,3—47,8	45,4	81,5—87,6	85,2	104,2—108,5	105,4	16,6—20,1	18,6
maraena	43,9—47,9	45,2	80,8—85,8	83,5	103 —105,5	104,5	19,7—21,7	20,4
macrophthalmus	43,2—46,6	45,1	80,3—88,2	84,9	103,4—109,1	105	18,2—20,1	19,1

	o		p		o—f	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.
Laacher-See-Felchen	45,9—52,8	48,4	73,7—81,9	75,9	(—1)—(+7,5)	2,35
fera	47,8—54	49,9	73,2—81,2	75,7	1,7—7	4,5
maraena	49,2—50,7	50	74,9—78,9	77,2	2,8—5,9	6,8
macrophthalmus	47,4—52,4	49,8	71,5—80,2	74,7	1,9—7,9	4,7

Flossengröße.

	Dv		Dh		Db		Co		Cu	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
Laacher-See-Felchen	14,2—18	16	4,1—5,9	4,9	9,8—11,9	11,0	13,5—20	16,9	19,7—23,2	21,6
fera	15,2—19,9	17,6	4,3—5,7	5,0	9,8—13,1	11,2	19,9—26,6	22,6	18,5—26,3	22,9
maraena	15,4—18,1	16,3	4,5—6,3	5,3	12 —1?,8	12,5	17,2—20,6	19,2	18 —20,6	19,3
macrophthalmus	14,1—16,6	15,4	3,5—5,3	4,6	10,1—12.3	11,2	20 —24,3	22,5	21,5—25,3	22,8

	Av		Ah		Ab		P		V	
	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.	V.	D.
Laacher-See-Felchen	8,9—11,3	10,3	2,6—3,8	3,1	9,1—12,6	10,7	12,8—16,5	14,7	12,9—15,8	14,2
fera	9,2—13,8	11,6	2,5—4,1	3,2	9,8—12,8	11,5	12,7—18,7	15,5	13,2—18,7	15
maraena	10,9—13,5	11,8	3 —3,9	3,5	10 —10,5	10,3	15,4—17,4	16	13,9—17,4	15,2
macrophthalmus	8,4—11,1	9,8	1,6—3,8	3	9,9—12,7	11,5	13,8—17,3	15,3	12,3—14,7	13,7

Vergleichen wir nunmehr an der Hand der Tabellen 6, 7 und 8 sowie der Abbildungen 4—14 den Laacher-See-Fisch mit der nordischen Maräne und den Bodenseecoregonen.

In der Färbung zeigen die Coregonen bekanntlich keine großen Verschiedenheiten. Doch ist für den Gangfisch die helle Pigmentierung aller Flossen charakteristisch, während die anderen hier behandelten Arten, inkl. den Laacher-See-Fisch, an den distalen Flossenenden eine graue bis schwarze Färbung besitzen.

In der Größe bestehen beträchtliche Unterschiede. Laichreife Maränen werden bis 50, selten bis 100 cm lang, Sandfelchen etwa 40—60 cm, Blaufelchen etwa 30—40 cm, Laacher-See-Felchen ungefähr 25—35 cm, Gangfische im Durchschnitt 27 cm. Daß *Coregonus maraena* zu den Felchen des Laacher Sees in keiner Beziehung steht, zeigt schon eine kurze Betrachtung der Kopfbildung und des Schuppenbaues. Bei *maraena* ist die Schnauze schräg nach unten und hinten abgestutzt und überragt den Unterkiefer, so daß die Mundöffnung deutlich unterständig ist. Die dorsale Ecke der Schnauze bildet eine Art Nase, die schwarz pigmentiert ist. Von solcher Schnauzenbildung ist beim Laacher-See-Felchen auch nicht eine Andeutung vorhanden. Ferner stecken bei der Madümaräne die — großen — Schuppen ganz locker in den Schuppentaschen, so daß sie äußerst leicht ausfallen, während die Schuppen der Silberfelchen des Laacher Sees sehr fest sitzen. Wenn nun auch nur etwas Maränenblut — vielleicht durch Bastardierung — in den heutigen Laacher-See-Felchen vorhanden wäre, so müßte doch wenigstens das eine oder andere der Larven- oder Fischmerkmale der Maräne zu

erkennen sein. Da dies aber absolut nicht der Fall ist, so, glaube ich, kann man mit Sicherheit behaupten, daß in der Felchenkolonie des Laacher Sees Nachkommen der 1866 eingeführten Maränen-eier nicht vorhanden sind.

Die Kopfform des Laacher-See-Fisches gleicht im allgemeinen der der Bodensee-*fera* (vgl. vor allem Abb. 1), doch ist die Abstutzung der Schnauze nicht bei allen Exemplaren so deutlich wie bei *fera* (vgl. Abb. 11). Das Maul wird so etwas mehr endständig und nähert sich dem *macrophthalmus*-Maule. Der Blaufelchenkopf ist schlanker, zugespitzter als der Kopf der anderen Arten.

Der erwachsene Laacher-See-Coregone hat mit 3,8 % das relativ kleinste Auge: *maraena* 3.9 % (*wartmanni* 4 %), *fera* 4.3 %, *macrophthalmus* 4,8 %; jugendliche Fische des Laacher Sees dagegen übertreffen mit 5,2—5,4 % Augendurchmesser alle 3 Vergleichsarten.

Der Unterkiefer erreicht bei *fera* (und *maraena*) den Vorderrand des Auges gewöhnlich nicht, während beim Laacher-See-Felchen der Hinterrand des Unterkiefers mit dem Augenvorderrand abschneidet und beim Gangfisch sogar bis über den vorderen Augenrand hinausreicht.

Für die übrigen äußeren Körpermaße sei auf die Tabelle 6 verwiesen; erwähnt sei nur noch, daß der Schwanzstiel unseres Fisches ähnlich dem der *fera* gestaltet ist und daß die Längendifferenz zwischen oberem und unterem Rande der Schwanzflosse beim Laacher-See-Felchen größer als bei den anderen Arten ist.

Im ganzen sind die durch die Messungen in Tabelle 6 zum Ausdruck gebrachten Verschiedenheiten der 4 Fische nicht gar groß; die Variationsbereiche der einzelnen Merkmale überdeckten sich bei den 4 Arten zum größten Teil. Wesentlich anders aber wird die Sache, wenn wir nunmehr die Kiemenreusenbedornung unserer Coregonen studieren (vgl. Tabelle 7 u. 8 sowie Fig. 4—9).

Tabelle 7. Zahl der Kiemenreusenzähne.

	Bogen I		Bogen II		Bogen III		Bogen IV	
	Variationsgrenzen	Durchschnitt	Variationsgrenzen	Durchschnitt	Variationsgrenzen	Durchschnitt	Variationsgrenzen	Durchschnitt
Laacher-See-Felchen	40—47	44	40—49	46	34—42	40	28—34	32
macrophthalmus	36—45	41	37—46	42	35—41	38	27—34	31
wartmanni	34—38	35	35—42	39	30—38	34	26—31	28
maraena	29—34	30	27—32	29	24—27	26	19—23	22
fera	21—26	23	22—28	25	20—25	22	16—20	19

Tabelle 8. Zahndichte und relative Zahnlänge.

	Zahndichte an Bogen		Relative Zahnlänge an Bogen I		Relative Zahnlänge an Bogen II	
	I	II	Variationsgrenzen	Durchschnitt	Variationsgrenzen	Durchschnitt
Laacher-See-Felchen	11	12	3,2—4,0	3,7	6,5—8,4	7,3
macrophthalmus	16	17	3,4—4,8	4,2	6—10	7,8
wartmanni	10	11	4,0—5,7	4,6	7,8—9,8	8,8
maraena	7,5	7,4	3,3—5,5	4,5	6,4—10,5	8,6
fera	5,5	6,0	5,0—6,8	5,9	8,0—12,6	11,4

In der Zahl und Länge der Kiemenreusenzähne stellen Laacher-See-Felchen und Bodensee-*fera* die extremsten Endglieder einer Reihe dar.

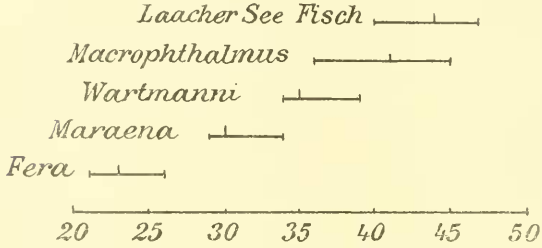

Fig. B. Zahl der Kiemenreusenzähne am 1. Bogen.

Die Variationsbereiche der Zahnzahl (Textfig. B) überdecken sich beim Laacher-See-Coregonen und beim Gangfisch zum Teil, während *fera* von beiden weit absteht. Der Laacher-See-Fisch hat von allen Coregonen überhaupt an sämtlichen Kiemenbogen die höchste Zahnzahl! Am nächsten steht ihm von unseren Vergleichsarten *Cor. macrophthalmus*.

Auch in der Zahndichte und relativen Zahnlänge sind sich beide Arten am ähnlichsten, *fera* dagegen vom Laacher-See-Coregonen grundverschieden.

Wenn man Hofer's Bearbeitung der Gattung *Coregonus* in dem großen Werke über die Süßwasserfische Mitteleuropas durchblättert und nachsucht, welche Coregonenformen nach der Kiemenreusenzahl wohl dem Laacher-See-Fisch am ähnlichsten sind, so kommt man zu folgendem Resultat:

a) Die kleine Renke des Starnberger Sees hat auf dem 1. Bogen 37—44 Zähne und eine Zahndichte von 10 Zähnen auf 1 cm Bogenlänge.

b) Die sogenannte Balle des Sempacher Sees hat auf dem 1. Bogen 38—42 Zähne, deren Länge „bedeutend“ ist.

c) Der Gangfisch des Bodensees (vgl. oben) hat 36—45 Zähne am 1. Bogen.

d) Der Weißfisch des Vierwaldstättersees (*C. exiguus albellus* Fatio) hat auf dem 1. Bogen 36—43 Dornen, die schlank sind und sehr eng gedrängt stehen.

e) Die Bondelle des Neuenburger Sees hat 34—41 Dornen auf dem 1. Bogen.

f) Die Edelmaräne des norddeutschen Pulssees hat am 1. Bogen 37—42, im Durchschnitt 39—40 lange, schlanke Zähne.

Maximal- (47) wie Durchschnitts- (44) wert der Zahl der Zähne des 1. Bogens ist beim Laacher-See-Fisch also größer als bei allen sonst bekannten Coregonenarten.

Das Ergebnis, das uns die Untersuchung der Silberfelchen des Laacher-Sees gebracht hat, ist ein im höchsten Grade merkwürdiges. Der Coregone des Laacher Sees stimmt heute mit keiner der sonst bekannten Coregonenarten überein.

Auf Grund des Studiums der Fischereiakten des Klosters sowie auf Grund der Untersuchung der Larven des Fisches ist es sicher, daß die Silberfelchen des Eifelsees abstammen von den 1866 und 1872 eingesetzten *fera*-Eiern aus dem Bodensee.

Diese *fera*-Kolonie des Laacher Sees aber hat seit jener Zeit eine so besondere Entwicklungsrichtung eingeschlagen, daß nicht nur der erwachsene Fisch, sondern sogar die Larven jetzt von *Coregonus fera* stark verschieden sind. Abgesehen von unwesentlichen Differenzen sind es vor allem zwei Merkmale, die die Silberfelchen des Laacher Sees von den Silberfelchen des Bodensees unterscheiden:

I. Bei den Larven ist das ursprünglich vorhandene gelbe Pigment vollständig verschwunden.

II. Die Zahl der Kiemenreusenzähne hat sich fast ums Doppelte vermehrt, ihre relative Länge ist größer geworden. Die Zahnzahl ist von 23—25—22—19 auf 44—46—40—32 gestiegen, die relative Länge von 5,9 auf 3,7!

Diese gewiß äußerst beträchtlichen Unterschiede aber haben sich in dem kurzen Zeitraum von 40—44 herausgebildet; nur etwa 7 Generationen des Fisches (die laichreifen Tiere sind 6 Jahre alt) haben genügt,

um einzelne morphologische Charaktere so umzubilden, daß man heute geradezu von einer neu entstandenen „Art“ bei der Felchenkolonie von Maria-Laach reden kann!

IV. Über die Ursachen, die aus der *fera* des Bodensees den Laacher-See-Coregonen werden ließen.

Die Tatsache der eben kurz geschilderten Umbildung steht fest, über deren Ursachen jedoch lassen sich natürlich nur Vermutungen aussprechen.

Eins kann man, so glaube ich, von vornherein ausschließen, das ist die Mitwirkung von Selektionsprozessen bei der Umgestaltung der Fische. Selektion im Sinne Darwin's kann in solchen kurzem Zeitraume keine so großen morphologischen Veränderungen bewirken. Man kann sich wohl nicht vorzustellen, wie in 7 Generationen etwa die Larven mit gelbem Pigment oder die Fische mit wenigen und kurzen Reusendornen so stark unterdrückt oder gar vernichtet worden sein sollten, daß heute nur noch Larven ohne jedes gelbe Pigment und Fische, deren Reusenbedornung ganz vom *fera*-Typus abweicht, bestehen. Die Selektion Darwin's braucht bedeutend längere Zeiträume, um Neues schaffen oder festigen zu können.

Bei der Ausbildung der Silberfelchen des Laacher Sees müssen die äußeren Milieubedingungen unmittelbar ihre Wirkung ausgeübt haben und im Verein mit inneren, historisch begründeten und gewordenen Entwicklungstendenzen der Coregonenart in der kurzen Spanne Zeit, die seit 1866 oder 1872 verstrichen ist, neue Gestaltung hervorgerufen haben. Welche äußeren Faktoren im einzelnen hier gewirkt haben, ist jedoch nicht einfach zu entscheiden, und wie überhaupt der Organismus so plastisch sein kann, daß er sich im Laufe eines Menschenalters, im Laufe von nur 7 Fischgenerationen so gewaltig umformen kann, wird stets eine wunderbare Tatsache bleiben, mag man auch die Veränderung der Lebensbedingungen, die durch die Überführung der Felchen aus dem Bodensee in den Kratersee der Eifel hervorgerufen wurde, noch so hoch anschlagen: die Tatsache aber besteht, selbst wenn uns das Verständnis für sie im Grunde fehlt.

I. Interessant ist es, daß der Schwund des gelben Pigmentes bei der Laacher-See-Larve sich ohne Zwang mit Hilfe der von Nüsslin 1908 und 1909 entwickelten Theorie verständlich machen läßt.

„Alle nordischen Koregonen Mitteleuropas zeigen eine reichliche Entwicklung des gelben Pigmentes. Umgekehrt ist dasselbe bei den Bewohnern der alpinen oder subalpinen Seen entweder schwach entwickelt oder gar nicht vorhanden. ... Unter den nordischen Koregonen tritt es wieder am intensivsten und reinsten bei den Uferlaichern der nördlich des uralbaltischen Höhenzuges gelegenen Seen auf: beim Ostseeschnäpel, bei der Madümaraene und der kleinen Maraene. ... Daß die Koregonen der alpinen und subalpinen Seen nur eine geringe Entwicklung des gelben Pigmentes zeigen oder dessen völlig ermangeln, lässt uns zwei Fragen nach dem Grunde aufwerfen: die direkt kausale und die genetische.

Die direkt kausale[1]) Frage nach dem Grunde des Vorkommens des gelben Pigmentes weist auf das Schutzmotiv hin. In der an grünen und gelben Algen reichen Uferzone der norddeutschen Seen konnten und mußten sich die Körperpigmente reich entwickeln, ohne die Larven ihren Feinden zu verraten.

Ganz anders in dem klaren Wasser der alpinen und subalpinen Seen. Während in den norddeutschen Seen die Durchsichtigkeit des Wassers so gering ist, daß wir je nach dem Planktonreichtum Objekte zuletzt nur noch auf einige Zentimeter erkennen können, beträgt die Durchsichtigkeit im Bodensee 6 bis 10 Meter. Hier lag es im Interesse der Larven, das Pigment zu verlieren und möglichst durchsichtig zu werden, ganz besonders für die pelagischen Fischlarven. Korrespondierend damit sehen wir den völligen Verlust des gelben Pigmentes bei den pelagischen Blaufelchen- und den kleinen Züricher Albelilarven. Wo bei den alpinen Koregonen gelbes Pigment auftritt, haben wir es vorwiegend mit Uferlaichern zu tun, wie bei den Fera-Formen.

Die zweite Frage, die genetische, hatten wir schon mit den Worten angedeutet: die alpinen und subalpinen Koregonen haben das gelbe Pigment mehr oder weniger verloren.

Für diesen Werdeprozeß des Verlierens spricht alles Vorhergehende. Die alpinen Koregonen sind abgeleitete Formen, die nordischen mit der reichen Pigmententwicklung vertreten den ursprünglichen Charakter.

Mit kurzen Worten, die alpinen Koregonen sind Relikte der Eiszeit, welche im planktonarmen Wasser der Alpenseen ihre Pigmente mehr oder weniger ver-

1) Sollte wohl eher „finale“ heißen (Th.).

loren haben, das gelbe oft völlig, das schwarze nur zum Teil, in dem Maße, als sie pelagische Tieflaicher geworden sind" (Nüsslin, 1909, p. 13—14).

Wenn sich nun nachweisen läßt, daß der Laacher See vor allem auch in seinen Uferpartien noch durchsichtiger, planktonärmer als der Bodensee ist, so ist damit der völlige Schwund des gelben Pigments bei der Laacher-See-Larve nach einer Richtung hin verständlich.

Auch die Laacher-See-Felchen laichen — im November-Dezember — in den Uferpartien des Sees, vor allem seiner Nordostseite. Die Uferausbildung in den geologisch jungen Kraterseen aber ist eine äußerst geringe, verglichen mit der der nordalpinen Seen; die Uferbank erstreckt sich nur wenige Meter weit in den See hinaus, dann beginnt sofort der Steilabfall der Halde. Der Pflanzengürtel, der die Eifelmaare umsäumt, ist daher ein schmaler und dünner. Die Planktonproduktion der Eifelseen ist eine relativ sehr geringe; ein Vertikalzug aus 25 m Tiefe im Laacher See am 16. August 1910, der mit einem mittleren Apstein'schen Planctonnetz ausgeführt wurde, ergab (unter Berücksichtigung des sogenannten Filtrationskoeffizienten) nach 24 Stunden ein Planctonrohvolumen von nur etwa 0,24 ccm. Das ist im Vergleich zu der Planctonproduktion der nordalpinen Seen recht wenig. (Nähere Angaben können hier zurzeit nicht gemacht werden. Die Veröffentlichung der eingehenden hydrobiologischen Untersuchung der Eifelmaare, die im vergangenen Jahr begonnen wurde, wird später erfolgen.)

Die Sichttiefe, d. h. die Grenze des Verschwindens der weißen Secchischeibe, hat im Bodensee im Durchschnitt die folgenden Werte (zitiert nach Forel, Seenkunde, p. 144):

im	Januar	6,6 mm
	Februar	6,5
	März	6,7
	April	5,6
	Mai	5,1
	Juni	4,8
	Juli	4,3
	August	4,4
	September	4,1
	Oktober	4,7
	November	4,8
	Dezember	6,7

Die maximale Sichttiefe wird für den Bodensee auf 11,5 m angegeben (vgl. Steuer, Planctonkunde, p. 77).

Für den Laacher See hat Halbfass (l. c., p. 331) die Sichttiefe

am 6. Oktober mit 5,5 m,
am 9. Oktober mit 6 m bestimmt.

Schon die Oktobermessungen zeigen, daß der Laacher See durchsichtiger ist als der Bodensee; noch klarer wird dies durch Messungen, die wir selbst angestellt haben. Danach betrug im Laacher See die Sichttiefe

am 13. Februar 1910 10 m (Farbe des Wassers No. VIII der Forel-Skala),
am 16. August 1910 10,5 m (Farbe No. VII),
am 27. Juni 1911 8 m.

Wenn also nach der Nüsslin'schen Auffassung das durchsichtigere Wasser der nord-alpinen Seen die gelbe Larvenpigmentierung der ursprünglich nordischen Coregonen stark reduzierte, so wurde in dem noch klareren Wasser des Vulkansees der Eifel auch der letzte Rest der gelben Farbe der *fera*-Larven zum völligen Schwinden gebracht. Der Mechanismus der Beeinflussung der gelben Pigmentierung durch das mehr oder minder durchsichtige Wasser allerdings entzieht sich unserem Verständnis. Genug, daß der Pigmentschwund ganz in der von Nüsslin auf Grund seiner umfassenden Untersuchungen vorgezeichneten Richtung sich vollzieht. Gelbe Pigmentierung der Coregonenlarven und Transparenz des Wassers stehen in umgekehrtem Verhältnis zueinander. Final, im Sinne einer Schutzfärbung des Organismus, läßt sich diese Tatsache verstehen; aber das kausale Band, das die Milieubedingung, die in der Durchsichtigkeit des Wassers liegt, und die Färbungseigentümlichkeiten des Larvenorganismus verknüpft, liegt außerhalb unserer Kenntnisse.

II. Nun die zweite Frage: läßt sich die Vermehrung und Verlängerung der Kiemenreusenzähne beim Laacher-See-Coregonen verstehen?

Zweifellos besteht bei den Fischen zwischen der Art der Nahrung und der Gestaltung des Kiemenfilters eine Beziehung derart, daß Tiere mit weitem, groben Filterapparat an den Kiemen sich von gröberen Organismen, Tiere mit feinem, dichten Kiemenfilter von kleineren Organismen ernähren. Ich erinnere hier nur an den Gegensatz von Karpfen und Forelle.

Auch innerhalb der Gattung *Coregonus* läßt sich zeigen, daß im allgemeinen — einzelne Ausnahmen bestehen allerdings — die Arten mit zahlreichen dicht gestellten und langen Reusenzähnen sich von kleinsten Tieren, meist Planctonkrustern nähren, während die Formen mit kurzen, in weiten Abständen stehenden Zähnen gröbere Nahrung — meist Grundtiere — bevorzugen.

Sehen wir in Hofer's großem Fischbuch nach, wovon sich die oben S. 198 u. 199 erwähnten *Coregonus*-Arten mit engstem Kiemenfilter nähren, so finden wir, daß:

a) die kleinen Starnberger Renken „echte Planctonfresser" sind;

b) die Ballen des Sempacher Sees „kleine Würmer und Crustaceen" aufsuchen, die in dem sogenannten „Fischbrot" stecken;

c) die Gangfische des Bodensees „vorzugsweise Crustaceen" fressen;

d) die Weißfische des Vierwaldstätter Sees planctonisch leben;

e) die Bondelle des Neuenburger Sees „allerlei Kleinzeug" aufnimmt;

(f) für die nordische Edelmaräne finde ich keine Angaben).

Stellen wir im Gegensatz hierzu zusammen, wovon einige der Coregonen mit weitstehenden, kurzen Kiemenreusenzähnen leben:

In den Madümaränen fanden wir (vgl. S. 193) außer wenigen Crustaceenresten junge Dreissensien, Limnäen und vor allem viel Pisidien: also grobe Bodennahrung. Der Magen-Darminhalt der Sandfelchen des Bodensees bestand ebenfalls hauptsächlich aus Pisidien; daneben waren Chydoridenreste, Tendipedidenlarven, Ephemeridenlarven, *Limnaea ovata* und *Neritina fluviatilis* vertreten.

Für den Kilch des Bodensees — mit 17—21 kurzen, weit auseinanderstehenden Kiemendornen — lesen wir bei Hofer (p. 350):

„Der Kilch nährt sich vorwiegend von Bodennahrung. Am häufigsten findet man in seinem Darm kleine Erbsenmuscheln (*Pisidium hoferi* Clessin), Würmer (*Spirosperma bodanica* Hofer), blinde Asseln, Cyclopiden und Dipterenlarven. Daneben zeigen sich auch gelegentlich Planktonorganismen. Zur Laichzeit der Blaufelchen ist der Darm mit den Eiern dieser Fische oft prall gefüllt."

Die Silberfelchen des Laacher Sees sind ausschließlich Planctonfresser; schon bei den 1- und 2jährigen Teichfischen findet man im Magen außer Kleinkrustern höchstens ab und zu eine Tendipedidenlarve; bei den erwachsenen, im See zur Laichzeit gefangenen Fischen

besteht der gesamte Inhalt des Verdauungsrohres nur aus Copepoden (*Diaptomus gracilis*) und Daphniden (*Daphne longispina*) des Seeplanctons. Aus dem Grobtierfresser des Bodensees, *Coregonus fera*, ist im Laacher See also ein typischer Planctonfresser geworden, und die den Planktonfressern eigentümliche Gestaltung des Kiemenfilters hat sich hier in extremster Weise herausgebildet. Funktion und Bau der Organe der Nahrungsaufnahme stehen wiederum in der zu erwartenden Beziehung zueinander, und so kann man wohl sagen, daß die Umgestaltung der Reusenbedornung aus dem Übergang zu einer anderen Ernährung wohl verständlich wird.

Was allerdings hier zuerst sich änderte, der physiologische Faktor der Nahrungsauswahl oder -aufnahme oder der morphologische des Baues der Kiemenreuse, das ist ein anderes, tieferliegendes und wohl unlösbares Problem. Vielleicht war es so, daß ein *fera*-Stamm mit relativ hoher Zahnzahl in den See gelangte (so soll ja auch bei der *fera* des Genfer Sees die Zahl der Zähne am ersten Bogen zwischen 20 und 35 schwanken), und nun wuchs die Zahnzahl mit allmählichem Übergang zu planctonischer Nahrung, und mit der Vermehrung der Zähne wiederum wurde das Plancton mehr und mehr die einzige Nahrungsquelle. Das Verständnis des Beeinflussungsmechanismus, der zwischen beiden Faktoren spielt, ist uns allerdings auch hier, wie beim Schwund des gelben Pigmentes, verschlossen.

Wohl aber können wir fragen [1]): „warum gab der Bodenseecoregone im Laacher See die Bodennahrung auf und gewöhnte sich ganz an die planctonische Ernährung?"

Auch der Laacher See beherbergt in seinem Grundschlamm Pisidien, Tendipedidenlarven, vor allem *Lauterbornia* (*Tanytarsus*) *coracina* Zett., Würmer und allerlei anderes Getier. Warum blieben die Fische nicht bei ihrer alten Gewohnheit, den Bodenschlamm abzusuchen und sich von den dort befindlichen Organismen zu nähren? Zweierlei läßt sich darüber mutmaßen. Der Laacher See enthält viele Kohlensäurequellen, sogenannte Mofetten, die man an den verschiedensten Uferstellen beobachten kann. Ob auch in der Tiefe solche vorhanden sind, ist unbekannt. Es wäre aber denkbar, daß das Tiefenwasser des Sees durch derartige Quellen einen höheren

1) Denn selbst wenn wir das Morphologische, die Verengerung des Kiemenfilters, für das Primäre ansehen, brauchte ja diese Veränderung nicht notwendigerweise auch den Übergang zur Ernährung durch Plancton nach sich zu ziehen.

Kohlensäuregehalt hätte als das Oberflächen- resp. Uferwasser, wenn auch vielleicht nur zeitweise. Nun schadet zwar die freie Kohlensäure im Wasser der niederen Tierwelt fast nichts — man kann z. B. am Ufer des Laacher Sees beobachten, daß unter einem Steine, unter dem dauernd Kohlensäureblasen hindurchstreichen, doch manche Tiere, Würmer, Schnecken und dgl. sich ohne Schaden aufhalten. Doch könnte immerhin ein so empfindlicher Fisch wie der Felchen durch einen höheren Kohlensäuregehalt von den Weideplätzen des Seegrundes abgedrängt werden. Ob nun wirklich drunten in der Seetiefe eine Kohlensäureanreicherung des Wassers etwa im Sommer vorhanden ist, ließe sich wohl experimentell feststellen; wir haben aber von solchen Untersuchungen abgesehen, da wir einmal nicht recht an solche Kohlensäurequellen in der Tiefe glauben und da vor allem eine andere „Erklärung" für den Übergang der Fische zur planctonischen Ernährung uns plausibler scheint.

Wie wir vor allem durch Schiemenz' Arbeiten wissen, spielt die „Bequemlichkeit" bei der Nahrungsaufnahme für die Wahl der Nahrung beim Fisch eine große Rolle. Wenn in einem Gewässer — etwa in einer Talsperre — die Planctonkrebschen eine Massenentwicklung erlangen, andere Formen, wie z. B. die Tendipediden-larven des Grundes, zur selben Zeit aber in geringen Mengen vorhanden sind, so kann event. aus einem echten Grobtierfresser, wie der Forelle, ein Planctonfresser werden; braucht die Forelle doch nur das Maul aufzusperren, um die nährstoffreichen, fetten *Diaptomus*-krebschen in Scharen hineinschwimmen zu lassen.

Nun sind, wie uns die Untersuchungen im August 1910 gezeigt haben, in den so jungen Seegebilden der vulkanischen Eifel die Schlammablagerungen noch recht geringe, und damit ist auch die Entwicklung der Grundfauna eine wesentlich spärlichere als in den geologisch bedeutend älteren Voralpenseen. Und so mögen die Coregonen aus der anderen Nahrungsquelle, die in den Planctonorganismen vorhanden ist, stetig mehr geschöpft haben, vor allem, da ja ein Übergang zu planctonischer Ernährung in der Gattung *Coregonus* häufig und leicht vollzogen wurde, und die vielleicht schon vorhandene Tendenz zur Verengerung des Kiemenfilters mag diesen Übergang mehr und mehr zu einem vollständigen gemacht haben.

Das sind wenigstens Erklärungs*möglichkeiten*, die nicht allzu gezwungen sind. *Sicherheit* über das „Warum" dieses Überganges werden wir kaum erlangen können.

V. Fang und Aufzucht der Silberfelchen des Laacher Sees.

Die im Folgenden gegebene Darstellung beruht auf den Aufzeichnungen des Pater Placidus von Spee O. S. B., die dieser mir in freundlichster Weise überließ. Ein Brief des Paters Placidus, der allerlei Angaben über die Laacher-See-Felchen enthielt, wurde schon von Eberts ohne Wissen des Schreibers in der Neudammer Fischereizeitung (Vol. 10, 1907, p. 715—716) veröffentlicht. Einige Ungenauigkeiten, die sich dort finden, sind hier verbessert.

Die ersten Felchen, 2 Stück, wurden in den letzten Dezembertagen 1900 oder Anfang Januar 1901 in einer Reuse, die 4 m tief an der Westseite des Sees stand, zufällig gefangen. Einer der Mönche orientierte sich im Jahre 1902 über die Art des Felchenfanges am Bodensee; im gleichen Jahre wurde im Laacher See mit einem kleinen Netze probeweise gefischt, und dabei fingen sich 21 Fische. Im folgenden Jahre 1903 wurde dann der Fang mit großen Felchennetzen aufgenommen.

Diese Netze haben eine Maschenweite von 40—45 mm; jedes Einzelnetz ist ungefähr 70 m lang und 5 m hoch und wird mit Stöcken vom Lande quer in den See gestellt. Die Netze werden so gestellt, daß vom Lande aus eine Netzbahn von 70 m Länge quer in den See sich erstreckt, an diese schließt sich dann ein zweites in einer Spirale aufgestelltes Netz oder auch zwei solche Netzspiralen an, so daß die von jeder Seite auf die gerade Netzfläche heranschwimmenden Fische in je eine Netzspirale hineingeraten, sich dort verfangen und mit den Köpfen in den Maschen stecken bleiben. Die 6 Hauptfangstellen, an denen jedes Jahr die Netze aufgestellt waren, liegen an der Nordostseite des Sees zwischen der sog. Jägerspitze und der Wassenacher Ecke; die einzelnen Netzsysteme stehen etwa 400—500 m voneinander ab.

Die Laichplätze liegen dort am Ufer bis zu einer Tiefe von 4.5—5 m. Die Ufer fallen daselbst ziemlich langsam ab und sind mit Gräsern, Characeen und Moosen bewachsen und dem Wellenschlag ziemlich stark ausgesetzt; an der ruhigen Westseite des Sees laichen die Felchen nicht. Die Paarung der Fische oder die Laichablage im See selbst wurde nicht beobachtet; dagegen sind vom Fischbruder Blasius junge, etwa 1—3jährige Fische, im See mehrfach gesehen worden. Die Felchen steigen in Schwärmen aus der Tiefe empor und ziehen zum Ufer; der Laacher-See-Fisch hat also die Laichgewohnheiten seiner Stammart, der Bodensee-*fera*, beibe-

Tabelle 9. Felchenfang an den einzelnen Stellen im Laacher See in den Jahren 1905—1907.

Datum	Jägerspitze			Dicker Stein			Villa			Tannen-wäldchen			Felchenplatz			Wassenach-Eck		
	1905	1906	1907	1905	1906	1907	1905	1906	1907	1905	1906	1907	1905	1906	1907	1905	1906	1907
November																		
16	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—
17	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	4	—	—
18	5	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	7	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	22	—	1	6	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	13	—	—
21	1	—	1	5	—	—	5	—	1	11	—	—	6	—	—	19	1	—
22	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2
23	4	—	—	10	—	—	11	—	1	14	—	—	13	—	—	25	—	3
24	5	1	—	3	—	—	4	3	1	10	—	—	11	1	—	4	3	4
25	5	—	—	10	—	—	9	2	—	5	—	1	8	2	1	14	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	3	—	1	—	—	1	2
27	1	—	—	1	—	—	3	1	1	7	2	—	2	—	1	11	20	4
28	1	2	—	3	—	—	7	9	—	4	1	—	5	3	3	8	10	10
29	—	1	5	1	—	—	1	—	1	2	2	—	7	2	1	3	5	4
30	2	2	7	9	—	14	2	5	3	6	7	2	6	10	4	14	12	11
Dezember																		
1	—	1	1	1	5	1	1	10	1	8	—	—	8	8	2	8	5	3
2	—	—	1	1	—	1	1	—	1	—	2	5	9	—	5	8	—	—
3	—	—	5	—	3	—	—	5	2	—	8	3	—	6	10	—	11	15
4	3	—	1	3	5	1	1	2	1	3	—	1	8	2	2	6	8	3
5	1	—	2	2	4	3	3	8	2	1	—	5	2	5	5	5	9	2
6	—	2	1	—	—	3	—	—	8	—	—	2	1	—	2	3	—	7
7	2	—	—	—	—	1	—	—	5	1	—	4	2	3	1	8	5	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	3	—	—	—	—	2
9	—	2	—	—	1	1	—	—	2	1	—	5	—	—	4	—	10	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—	1
11	2	—	—	—	—	—	—	—	3	1	2	1	2	—	—	1	—	2
12	—	—	—	—	1	—	1	2	—	—	—	3	1	—	1	—	2	1
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	2	—	1
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2
Sa.	57	12	25	55	19	25	49	49	36	92	26	35	98	43	49	172	102	79

halten. Die Schwärme werden nur aus laichreifen oder fast laichreifen Fischen gebildet; jüngere Altersstadien beteiligen sich nicht an der Schwarmbildung. Die Länge der reifen Fische kann etwa 35 cm erreichen, ihr Gewicht beträgt durchschnittlich $^1/_2$—$1^1/_2$ Pfund; nur einmal wurde ein Exemplar von 1,7 Pfund gefangen. Das Alter der laichreifen Fische beträgt meist 6, in seltnen Fällen 7 Jahre; ältere Fische kamen mir nicht zu Gesicht. Die Fische erscheinen

Tabelle 10.

Gesamtfelchenfang im Laacher See 1903–1910.

Datum	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910
November								
16	—	—	10	—	—	—	2	—
17	—	—	8	—	—	—	—	—
18	—	—	18	—	—	—	1	—
19	—	—	—	—	1	7	—	—
20	—	—	49	—	1	1	2	—
21	—	—	47	—	2	4	—	—
22	—	—	—	1	3	—	—	—
23	—	—	77	—	4	10	9	—
24	—	—	37	8	5	6	3	—
25	—	—	60	4	2	3	1	—
26	—	—	—	4	6	5	—	1
27	—	—	25	21	6	3	1	—
28	—	136	28	26	13	4	1	2
29	—	180	14	9	11	—	—	4
30	—	100	39	31	44	7	—	5
Dezember								
1	116	108	26	36	8	6	6	2
2	122	163	19	—	13	12	4	2
3	220	78	—	27	35	11	—	2
4	100	65	24	27	9	4	4	9
5	140	—	14	26	19	3	—	4
6	—	39	4	—	23	—	3	2
7	214	24	14	8	11	12	—	5
8	160	usw.	—	—	3	—	—	4
9	—	—	3	15	12	4	—	—
10	—	—	—	—	2	—	2	—
11	—	—	7	—	6	—	2	—
12	—	—	3	7	5	5	—	1
13	—	—	2	—	1	—	2	—
14	—	—	—	—	1	—	—	—
15	—	—	—	—	1	—	—	—
16	—	—	4	—	2	—	—	—
17	—	—	—	—	3	—	—	—
Sa.:	1082	1175	532	248	252	107	43	43

recht unregelmäßig an den Laichplätzen, an der einen Stelle früher an der anderen später (vgl. Tabelle 9). Regelmäßig fängt man zuerst nur Männchen, dann Männchen und Weibchen zu gleicher Zahl, zuletzt nur Weibchen; im ganzen ist die Zahl der Weibchen und Männchen ungefähr gleich. Die Hauptlaichzeit liegt zwischen dem 28. November und 9. Dezember; der Fang überhaupt beginnt etwa Mitte November; nach dem 5. Dezember fängt man nur noch vereinzelte Tiere. Der Ernährungszustand der Felchen ist ein ausgezeichneter; die Nahrung besteht ausschließlich aus Plancton-

crustaceen. Krankheiten wurden nicht beobachtet. Parasiten fanden sich in keinem einzigen der Lacher-See-Felchen; das ist umso auffälliger, als die von uns zum Vergleich herangezogenen Madümaränen und Bodenseecoregonen reichlich Eingeweidewürmer bargen; an den Kiemen der Gangfische, vor allem aber der Blaufelchen waren die parasitischen Copepoden *Basanistes coregoni* Neeresh. (vgl. Taf. 2 Fig. 5) ungemein häufig. Die Parasitenlosigkeit der Laacher-See-Coregonen ist übrigens ein weiteres Zeichen dafür, daß der Fisch erst in jüngster Zeit (und zwar als Ei bzw. Larve) in den Eifelsee eingesetzt wurde. — Die Fangergebnisse von 1903—1910 sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellt.

Aus diesen Tabellen geht außer der Zeit des Fanges und der Art des Aufsteigens der Felchen zu den Laichplätzen vor allen Dingen hervor, daß der Felchenfang im Laacher See seit 1904 ungeheuer abgenommen hat; die Zahl der erbeuteten Fische ist von 1175 auf 43 herabgesunken!

Wahrscheinlich ist die Abnahme der Laacher-See-Felchen so zu erklären, daß die in dem See lebende Kolonie eine relativ kleine war und daß im Beginn, 1903 und 1904, eine starke Überfischung stattfand. Die plötzliche Entnahme so großer Mengen reifer Fische lichtete die Coregonenkolonie beträchtlich; nun wurden zwar seit 1904 große Mengen Brut in den See eingesetzt; falls die Brut wenigstens zum Teil aufkommt und nicht ganz und gar der Raubgier der Barsche und Hechte zum Opfer wird, wäre zu erwarten, daß im Jahre 1911 der Felchenfang wieder einen Aufschwung nähme. Denn nach der Untersuchung der Schuppen laichreifer Fische beginnt die Laichreife im 6. oder spätestens 7. Jahre. (Um das Alter der reifen Felchen auch experimentell festzustellen, haben wir übrigens im Frühjahr 1910 96 Stück einsömmeriger, in Teichen aufgezogener Felchen markiert und in den See gesetzt.) Wenn die Hoffnung, daß der Fang der kostbaren Fische — das Pfund wird mit 2 M. verkauft — in diesem Jahre wieder ein reicherer wird, sich nicht erfüllt, so ist damit bewiesen, daß der Einsatz von Jungbrut in den See keinen Zweck hat, daß man vielmehr die Brut erst in Teichen zu widerstandsfähigen Jährlingen heranziehen muß und dann erst zum Besatz des Sees verwenden darf.[1])

1) Anm. während des Druckes. Tatsächlich sind im Jahre 1911 73 Felchen gefangen worden, also über die Hälfte mehr als im Jahre vorher.

Seit 1902 sind die reifen Fische künstlich abgelaicht worden; 1902 wurden die so gewonnenen befruchteten Eier in dem See wieder eingesetzt. 1903 ebenso ein Teil davon; ein anderer Teil, und in den folgenden Jahren die gesamte Eimenge, wurde im Bruthause in den üblichen Coregonenflaschen ausgebrütet. Die jungen Larven schlüpfen im Februar oder März aus: 1910 z. B. begann das Ausschlüpfen Mitte Februar, 1911 erst am 10. März.

Etwa die Hälfte der Eier verdirbt während der Brutperiode. 1903 wurden 100000 Eier bis zum Ausschlüpfen der Larven erbrütet, 1904 etwa 2 Millionen, 1905 $1^1/_2$ Million, 1906 1 Million, 1907 600000 Stück, in den letzten Jahren nur je 1 Coregonenglas voll, d. h. ca. 200000 Eier. Mit Ausnahme von 90000 Stück Brut, die im Jahre 1903 an den Rheinischen Fischereiverein abgegeben wurden, wurde fast die gesamte erzielte Brut resp. die Setzlinge wieder dem Laacher See zugeführt.

Die abgestrichenen Felchen sind recht empfindlich; sie können in den Aufbewahrungskasten nur wenige Tage am Leben erhalten werden.

Zuerst im Jahre 1907 machte Pater Placidus Versuche, die Felchenbrut in Teichen aufzuziehen und zwar mit recht gutem Erfolge. Die hierzu hauptsächlich benutzten 3 Teiche liegen dicht hinter dem Kloster in dem von SSO nach NNW streichenden, von der Kuppe des „Gänsehalses" überragten Bellerwiesental (Taf. 5 Fig. 16 u. 17). Alle Teiche haben nur geringen Durchfluß; ihre Tiefe beträgt 2—2,5 m; der oberste, der Inselteich, hat eine Fläche von etwa 50×110 m, während die beiden folgenden, der Maurus- und Benediktteich etwa je 50×45 m groß sind. Die Erwärmung der Teiche kann eine recht starke sein; so maßen wir am 26/6. 1911 Temperaturen von 16—17° C.

Neben den Felchen leben in den Teichen Karpfen, Schleien und Goldorfen. Der Abwachs all dieser Fische ist ein sehr guter; das nimmt nicht wunder, wenn man den ungemein großen Nahrungsreichtum der Teiche sieht. Neben größeren Tieren, wie *Gammarus*, Tendipediden (= Chironomiden) der verschiedensten Arten, Köcherfliegen, war im Juni 1911 vor allem das Krebs-Plancton in geradezu breiartiger Menge vorhanden; im Inselteich wurde dieser Organismenbrei durch *Scapholeberis mucronata* und *Bosmina longirostris*, im Maurusteich fast nur aus *Bosmina* und im Benediktteich ausschließlich aus *Daphne longispina* gebildet. Künstliches Futter wird nicht gegeben.

Das Wachstum der Felchen ist ein gleichmäßiges und gutes, im ersten Jahre ein schnelleres, im zweiten Jahre langsamer.

Einjährige Fische wiegen 17—20 g und sind 112—123 mm lang, zweijährige Fische im Durchschnitt 70 g bei einer Länge von 175 mm. Länger als 2 Jahre ließen sich in den meisten Fällen die Fische nicht in den Teichen halten, sie mußten dann in den See gesetzt werden. Doch sind vereinzelte schon 3, ja 4 Jahre in den Teichen am Leben geblieben, und Pater Placidus ist der Meinung, daß in größeren und tiefen Teichen, in denen den Fischen natürlichere Lebensbedingungen geboten sind, die Felchen sich sicher bis zur Geschlechtsreife aufziehen lassen, wie es ja mit der Madümaräne in den Wittingauer Teichen tatsächlich gelingt.

In dem Laacher Mühlenteich, der bis 6 m tief ist, von dem (künstlichen) Ausfluß des Sees gespeist wird und infolgedessen meist einen sehr starken Durchfluß besitzt, wurden Felchen nur einmal eingesetzt; doch war das Wachstum hier ein geringeres, weil der starke Fluß einer reicheren Planctonentwicklung hinderlich ist.

Wie die Brut, so wurden auch die Setzlinge bisher fast ausschließlich zur Wiederbevölkerung des Sees verwendet.

Die Silberfelchen des Laacher Sees wurden auch in eine Anzahl andere Gewässer eingesetzt.

In den Teichen, die von den alten Steinbrüchen bei Kruft gebildet werden, gedeihen die Laacher-See-Felchen sehr gut und erreichen eine stattliche Größe; doch ist der Fang der Fische dort fast unmöglich.[1])

Auf Anregung des Prof. Huppertz-Bonn wurden die Coregonen auch in drei der Eifelmaare eingesetzt, in das Pulvermaar bei Gillenfeld, das Gemündener Maar bei Daun und das Ulmener Maar; einzelne Fische wurden in den beiden erstgenannten Maaren auch ab und zu gefangen; da aber die richtigen Felchennetze dort nicht benutzt wurden, so sind größere Fangergebnisse bisher nicht erzielt worden.

Laacher-See-Felchen sind weiterhin versuchsweise auch in einzelne Talsperren eingesetzt worden, so in die Remscheider Talsperre und in die Fülbecke Talsperre bei Lüdenscheid, in beiden Fällen ohne jeden Erfolg.

Besseren Erfolg hatte der Einsatz der Felchen in die Versetalsperre, die etwa 11 km nordöstlich von Lüdenscheid 435 m über NN liegt und eine Staufläche von 18,36 ha, einen Stauinhalt von 1,76

1) Vgl. aber den Nachtrag S. 217.

Millionen cbm und eine Stauhöhe von 24,45 m besitzt. Dort wurden im Jahre 1904 10000 Stück Brut eingesetzt; bis zum Jahre 1910 blieben die Tiere völlig unsichtbar. Anfang September 1910 fingen sich in Stellnetzen, die von bayerischen Berufsfischern in der Sperre gestellt waren, 5 gut genährte Felchen, die zusammen 2850 g wogen. Die Felchen hatten also in 6 Jahren ein durchschnittliches Gewicht von 570 g erreicht; der Abwachs in der Sperre ist der gleiche gewesen wie im Laacher See. Es scheint also, daß der Versuch, Felchen in den Sperren einzubürgern, nicht ganz hoffnungslos ist. Wenn es möglich ist, die Versetalsperre in diesem Jahre einmal ganz abzulassen,[1]) so wird man feststellen können, ob ein größerer Stamm von Laacher-See-Felchen sich in der Sperre gehalten hat. Ist das der Fall, so ließen sich in den Talsperren im großen Versuche über die Variabilität der Coregonen anstellen.

Vor allem ließe sich dann schon untersuchen, wie lange eine Coregonenart braucht, um sich so stark zu verändern, wie es die Bodenseefera im Eifelsee getan hat; denn daß dazu wirklich 7 Generationen nötig sind, erscheint mir gar noch nicht ausgemacht. Wir beabsichtigen womöglich je eine Sperre mit Laacher-See-Felchen, Madümaränen, Sandfelchen aus dem Bodensee und ev. auch Gangfischen zu besetzen. Bei sachgemäßer Handhabung dieser Versuche müssen sich Ergebnisse gewinnen lassen, die nicht ohne wissenschaftlichen Wert sind.

VI. Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

I. In den Laacher See, den von Wasser erfüllten Krater eines Eifelvulkanes, dessen letzter Ausbruch in die ältere Steinzeit fällt, wurden durch die Jesuiten im Jahre 1866 und 1872 Eier bzw. Larven der Madümaräne (*Coregonus maraena* Bloch) sowie des Sandfelchens aus dem Bodensee (*Coregonus fera* Jur.) eingesetzt. Von den Maränen-eiern gingen schon während des Transports eine große Zahl zugrunde; die Untersuchung der jetzt im See gefangenen Fische zeigt, daß Maränenblut in der Coregonenkolonie des Laacher Sees nicht mehr vorhanden ist; die Fische stammen durchweg von der Bodenseefera ab. Die Kunde von dem Einsatz der Felchen in den Eifelsee ging völlig verloren; erst im Jahre 1900 oder 1901 wurden von den

1) Anm. während des Druckes. Die Witterungsverhältnisse haben es leider verhindert.

Benediktinern von Maria Laach zufällig einige Coregonen gefangen, und von 1903 an wurde der Felchenfang in rationeller Weise aufgenommen.

II. Die Felchen des Laacher Sees haben sich in den wenigen Jahrzehnten, die sie in dem Vulkansee der Eifel leben, in äußerst charakteristischer Weise verändert und zwar sowohl die Larve, wie der erwachsene Fisch. Wohl gleicht die Larve im allgemeinen noch der Larve von *Corregonus fera* aus dem Bodensee, jedoch ist das gelbe Pigment, das bei dieser, vor allem in der Schwanzregion, noch vorhanden ist, bei der Laacher-See-Larve ganz verschwunden. Beim erwachsenen Fisch hat sich die äußere Körperform der Stammart im großen und ganzen erhalten; um so stärker sind die Veränderungen, die der Kiemenreusenapparat erlitten hat. Die Zahl der Reusenzähne bei der Fera des Bodensees beträgt am

1. Bogen	21—26,	im Durchschnitt	23
2. „	22—28,	„ „	25
3. „	20—25,	„ „	22
4. „	16—20,	„ „	19

bei den Silberfelchen des Laacher Sees dagegen am

1. Bogen	40—47,	im Durchschnitt	44
2. „	40—49,	„ „	46
3. „	34—42,	„ „	40
4. „	28—34,	„ „	32

Die Zahnzahl hat sich also fast verdoppelt; zugleich ist die Zahndichte (die Zahl der Zähne auf einer Bogenstrecke von 1 cm) am 1. Bogen von 5,5 auf 11, am 2. Bogen von 6,0 auf 12 gestiegen; die relative Zahnlänge, das Verhältnis der Bogenlänge zur Länge des längsten Zahnes, ist am 1. Bogen von 5,9 3,7 geworden, am 2. Bogen von 11,4—7,3, die Zahnlänge hat also ebenso wie die Zahnzahl und Zahndichte beträchtlich zugenommen. Während die Bodenseefera zu den Coregonen mit weitestem Kiemenfilter gehört, übertrifft der Laacher-See-Felchen alle überhaupt bekannten Coregonenformen an Dichte des Kiemenreusenapparats.

III. Da die Laacher-See-Coregonen mit 6 Jahren geschlechtsreif werden, so haben also etwa 7 Generationen genügt, um so tiefgreifende morphologische Verschiedenheiten herauszubilden. Wenn nicht die Herkunft der Laacher-See-Fische genau bekannt wäre, würde man diese Coregonen unbedenklich als eine besondere Art betrachten.

IV. Über die Ursachen dieser Umbildung lassen sich nur Vermutungen aussprechen. Sicher hat Selektion hier nicht mitgewirkt, dazu ist der Zeitraum, in dem sich die Veränderung abspielte, zu kurz. Äußere Milieubedingungen müssen unmittelbar ihre Wirkung ausgeübt haben. Das Verschwinden der gelben Pigmente bei der Larve steht im vollen Einklang mit der Theorie Nüsslin's, nach der die ursprünglich stark gelb pigmentierten Coregonenlarven nach dem Übergang aus dem planctonreichen Wasser der baltischen Seen in das klare planctonarme Wasser der Alpenseen die gelbe Färbung mehr und mehr verloren; nur Uferlaicher der Alpenseen — wie die Bodenseefera — behielten wenigstens Reste der gelben Pigmentierung. Beim Einsatz in das noch durchsichtigere Wasser des Eifelsees gingen auch jene letzten Färbungsreste verloren.

Die Veränderung des Kiemenfilters steht in innigem Zusammenhang mit der Ernährung der Felchen; die *fera* des Bodensees frißt grobe Grundnahrung, vor allem Pisidien, die Silberfelchen des Laacher Sees sind echte Planctonfresser und haben das für die planctonfressenden Coregonen eigentümliche Kiemenfilter sich erworben. Warum allerdings die in den Eifelsee eingesetzte *fera*-Kolonie zur planctonischen Ernährung überging, ist eine Frage für sich. Vielleicht machte die in dem geologisch jungen und schlammarmen Vulkansee relativ geringe Entwicklung der Bodentierwelt die Ausnutzung der in den Schwebewesen des freien Wassers vorhandenen Nahrung für die Erhaltung der Felchen notwendig.

Trotz aller Erklärungsmöglichkeiten muß jedoch eine so tiefgreifende morphologische Veränderung, wie sie die Coregonen des Laacher Sees in etwa 40 Jahren, d. h. in 6—7 Fischgenerationen, erlitten haben, im Grunde als eine fast wunderbare Tatsache erscheinen.

Münster i. W., am 1. Juli 1911.

Anhang.

Eine Anzahl Coregonenarten wurden von Herrn R. Limprich chemisch untersucht; das Ergebnis der Analysen des Felchenfleisches möge hier anhangsweise Platz finden:

Fischart	In der natürlichen Substanz					In der Trockensubstanz			
	Wasser-	Stickstoff-substanz	Stickstoff	Fett	Asche	Stickstoff-substanz	Stickstoff	Fett	Asche
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Sandfelchen	78,01	18,33	2,98	2,65	1,01	83,34	13,57	12,05	4,61
Blaufelchen	77,01	19,39	3,22	2,50	1,10	84,33	13,99	10,89	4,78
Gangfisch	76,56	18,27	2,96	4,12	1,05	77,93	12,61	17,57	4,50
Laacher-See-Felchen	79,34	16,09	2,69	3,54	1,03	77,91	13,00	17,14	4,95

Die Iodzahl des Darmfettes betrug beim Gangfisch 144,0, die Iodzahl des aus der Trockensubstanz mit Äther extrahierten Fleischfettes beim Blaufelchen 143,7, beim Laacher-See-Coregonen 125,0. Ihrem Fettgehalt nach stehen die Felchen in der Mitte zwischen den „fettreichen“ und „fettarmen“ Fischen im Sinne J. König's (vgl. J. König und A. Splittgerber, Die Bedeutung der Fischerei für die Fleischversorgung im Deutschen Reich. Berlin 1909 p. 99).

Nachtrag.

Während des Druckes dieser Arbeit gingen mir durch die gütige Vermittlung des Herrn Pater Placidus v. Spee noch Eier des Laacher-See-Felchen vom Winter 1911 sowie 3 in den Krufter Tuffgruben gefangene Felchen zu, über die hier noch einige Notizen zugefügt sein mögen:

Zu S. 181:

Durch die Messungen, die an einer großen Zahl von Eiern angestellt wurden, verschieben sich die oben S. 181 gegebenen Zahlen etwas.

Von einem Mitte Dezember 1911 gefangenen Laacher-See-Felchen wurden 128 Eier im unbefruchteten Zustande und 81 wenige Stunden befruchtete Eier gemessen (beide in Formol konserviert):

	Unbefruchtet	Befruchtet
Minimum	2,48 mm	2,59 mm
Maximum	2,89	3,15
Variationsgröße	0,41	0,56
Modalvariante	2,74	2,70

Unbefruchtete Eier eines auffallend kleinen, Anfang Dezember gefangenen Laacher-See-Felchen ergaben (188 Eier in Formalin konserviert):

Minimum	2,21 mm
Maximum	2,80
Variationsgröße	0,59
Modalvariante	2,30

220 Eier von verschiedenen Fischen, die etwa 8 Tage befruchtet sind, ergaben (Mitte Dezember 1911. Formalinkonservierung):

Minimum	2,9 mm
Maximum	3,9
Variationsgröße	1,0
Modalvariante	3,5

Augenscheinlich ist also die Eigröße sowohl in den verschiedenen Jahren wie auch in den verschiedenen Perioden der Erbrütung wie auch natürlich bei den verschiedenen Individuen nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen.

Zu S. 212:

Im Jahre 1903 oder 1904 wurden etwa 6000 Stück Brut der Silberfelchen des Laacher Sees in eine der von der Tuffsteinindustrie ausgebeuteten und seit jenem Jahre unter Wasser (ca. 20 m!) stehenden Tuffsteingrube in Kruft nahe bei Maria-Laach ausgesetzt.

Aus Interesse lieh Pater Placidus im Spätherbst 1911 den Besitzern der Grube ein Felchennetz: etwa 1 Dutzend sehr schön gewachsene kräftige Felchen wurden Ende November gefangen. Die Fische wogen etwa 400—450 g; ihre Länge (Schnauze bis Seitenlinienende) betrug 28—32 cm. Äußere Form sowie Kiemenreusenbau glich dem der Felchen des Sees.

Der Durchmesser der unbefruchteten Eier eines von mir untersuchten Weibchens war auffallend gering: er betrug im Mittel nur 2.1 mm.

Literaturverzeichnis.

1882. Nüsslin, Beiträge zur Kenntnis der Coregonus-Arten des Bodensees und einiger anderer nahegelegener nordalpiner Seen, in: Zool. Anz., Jg. 5, p. 86 ff.

1907. —, Coregonus wartmanni Bloch und macrophthalmus Nüssl. Differentialdiagnose für das Stadium der Dottersackbrut, in: Biol. Ctrbl.. Vol. 27, p, 440—447.

1908. —, Die Larven der Gattung Coregonus, ihre Beziehungen zur Biologie und ihre systematische Bedeutung, in: Verh. Deutsch. zool. Ges., 1908, p. 172—194.

1909. —, Die wissenschaftliche Bedeutung der Koregonen-Larven, in: Verh. naturw. Ver. Karlsruhe, Vol. 22 (Sep., p. 1—17).

1909. Hofer, in: Grote, Voigt, Hofer, Die Süßwasserfische von Mittel-Europa, Leipzig und Frankfurt a. M.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 2.

Fig. 1. Laacher-See-Felchen. Reifer Fisch mit Laichausschlag (Formalinmaterial). Stark verkleinert.

Fig. 2. Laacher-See-Felchen. Einjährige Fische (Formalinmaterial). Etwas verkleinert.

Fig. 3. Laacher-See-Felchen. Larve nach dem Leben.

Fig. 4—9. Präparate von Kiemenreusen von

Fig. 4. *Coregonus wartmanni.*

Fig. 5. Dsgl., mit *Basanistes coregoni* stark besetzt.

Fig. 6. *Coregonus fera.*

Fig. 7. Laacher-See-Felchen.

Fig. 8. *Coregonus macrophthalmus.*

Fig. 9. *Coregonus maraena.*

Tafel 3.

Köpfe — etwas verkleinert, Formalinmaterial — von

Fig. 10. *Coregonus fera.*

Fig. 11. Laacher-See-Felchen.

Fig. 12. *Coregonus maraena.*

Fig. 13. *Coregonus wartmanni.*

Fig. 14. *Coregonus macrophthalmus.*

Tafel 4.

Fig. 15. Der Laacher See und die Abtei Maria-Laach (der rechts in den See vorspringende Hügelrücken ist die sog. Jägerspitze).

Fig. 16. Insel und Maurusteich im Bellerwiesental bei Maria-Laach.

Fig. 17. Benediktteich bei Maria-Lach.

Die Figg. 1—14 sind, mit Ausnahme von Fig. 3, nach Photographien des Verfassers angefertigt; die Figg. 15—17 verdanke ich der Freundlichkeit des Fr. Gottfried O. S. B.

Berichtigung.

Seite 176 Zeile 5 von oben muß es statt „Ersatz“ heißen „Einsatz“.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.